



REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y

POSGRADO FACULTAD DE POSGRADOS

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y / O DE
DESARROLLO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

MAGÍSTER EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL

TRABAJO TEMA:

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ESTÁTICA
QUE PRODUCE FATIGA MUSCULOESQUELÉTICA A LOS GUARDIAS DE
SEGURIDAD.**

AUTOR:

MSc. Guano Coca Mónica Bacilia

TUTOR:

Msc. Bazurto Mosquera Luis Wladimir

MILAGRO, Marzo 2026

Derechos de Autor

Sr. Dr. Fabricio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro Presente.

Yo, **Mónica Bacilia Guano Coca**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magíster en Seguridad y Salud en el Trabajo** como aporte a la Línea de Investigación de Evaluación del impacto en los elementos de protección estática en la fatiga musculoesquelética de los guardias de seguridad, con el código 1048 concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el código 1048.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamo que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, **28 de Marzo del 2026**



Validar únicamente en FirmaRC.
Firmado electrónicamente por:
MONICA BACILIA
GUANO COCA

Mónica Bacilia Guano Coca

Aprobación del Tutor del Trabajo de

Yo, Luis Bladimir Bazurto Mosquera, en mi calidad de tutor del trabajo de titulación, elaborado

por Mónica Bacilia Guano Coca, cuyo tema es Evaluación del impacto en los elementos de protección estática que produce fatiga musculoesquelética a los guardias de seguridad., que aporta a la Línea de Investigación de evaluación del impacto en los elementos de protección estática que produce fatiga musculoesquelética a los guardias de seguridad, **seguridad y Salud en el trabajo**, trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 28 de Marzo del 2026



Msc. Bazurto Mosquera Luis

FACULTAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los veinticinco días del mes de junio del dos mil veintiseis, siendo las 09:00 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, ING. GUANO COCA MONICA BACILIA, a defender el Trabajo de Titulación denominado "**EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ESTÁTICA QUE PRODUCE FATIGA MUSCULOESQUELÉTICA A LOS GUARDIAS DE SEGURIDAD**", ante el Tribunal de Calificación integrado por: BERMUDEZ MENDOZA ANGEL LEONARDO, Presidente(a), HIDALGO SANTOS NEYLA MARIA en calidad de Vocal; y, Msc. CARPIO ARIAS MARCELA MARICELA que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	51.33
DEFENSA ORAL	37.67
PROMEDIO	89.00
EQUIVALENTE	MUY BUENO

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 10:00 horas.



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**ANGEL LEONARDO
BERMUDEZ MENDOZA**

BERMUDEZ MENDOZA ANGEL LEONARDO
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**NEYLA MARIA
HIDALGO SANTOS**

HIDALGO SANTOS NEYLA MARIA
VOCAL



Firmado electrónicamente por:
**MARCELA MARICELA
CARPIO ARIAS**

MSC. CARPIO ARIAS MARCELA MARICELA
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**MONICA BACILIA
GUANO COCA**

GUANO COCA MONICA BACILIA
MAESTRANTE

Dedicatoria

A mis amados hijos Julián, Emilio, Gabriel, quienes se convirtieron en mis mejorescompañeros de estudio y en mi mayor fuerza. Gracias por estar a mi lado, por animarme en los días difíciles y por ser parte activa de este proceso que hoy culmina. Este trabajo es para ustedes; quiero que al mirar este título recuerden siempre que los sueños no tienen fecha de caducidad y que la voluntad es capaz de derribar cualquier barrera. Gracias por su paciencia y por su amor; son mi motor y mi mayor orgullo. Todo lo que hago, lo hago por y para ustedes.

Agradecimientos

Hoy que alcanzo esta meta, quiero decirles desde el fondo de mi corazón: ¡Gracias! Este logro es de todo nuestro equipo.

Gracias por cuidar de mí mientras yo cuidaba de mis estudios. Nunca olvidaré esos momentos en los que se encargaron de la cocina y de que no me faltara nada para que yo pudiera seguir estudiando. Esos gestos de amor fueron el combustible que me permitió no rendirme. Espero que este título sea para ustedes el ejemplo de que con esfuerzo todo se alcanza.

A ti, mi compañero gracias por ser el pilar que me sostuvo en cada momento de duda y por impulsarme siempre a salir adelante. Tu apoyo incondicional y la bendición de Dios hicieron que mi camino fuera mucho más fácil. Gracias por creer en mis sueños tanto como yo.

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la relación directa

entre el uso intensivo de elementos de protección estática (chalecos y cascos

musculoesquelética en el personal de seguridad privada. El estudio surge de la

necesidad crítica de mitigar los riesgos ergonómicos derivados de la carga física y

la bipedestación prolongada, factores que impactan severamente en la salud

biomecánica y la eficiencia operativa del trabajador.

A través de un enfoque metodológico descriptivo y de corte transversal, se evaluó una muestra de 15 a 30 guardias de seguridad. La recolección de datos se realizó mediante la observación directa, el método REBA para el análisis postural, el método de Ryan para la distribución del malestar corporal y la Escala de Borg para la percepción del esfuerzo.

Los resultados del método REBA determinaron un nivel de riesgo alto en el 8 a 10 de la muestra, con una puntuación media de 7, requiriendo una intervención técnica inmediata debido a la carga postural en la zona lumbar y cervical. Por su parte, el método de Ryan identificó que las regiones con mayor prevalencia y severidad de dolor fueron la zona lumbar 20%, los hombros 30% y las extremidades inferiores 50%. Asimismo, la Escala de Borg reflejó que el 60% de los trabajadores percibe el esfuerzo físico diario como pesado con un valor de 9, asociado directamente al peso acumulado del equipamiento.

En conclusión, los datos demuestran una relación crítica entre el peso del equipo de protección y el desarrollo prematuro de fatiga musculoesquelética, evidenciando que el equipamiento de seguridad actual actúa de forma paradójica como un factor de riesgo ergonómico severo que requiere la implementación urgente de protocolos de rotación, pausas activas especializadas y rediseño de materiales ligeros.

Palabras clave: Fatiga musculoesquelética, riesgos ergonómicos, seguridad privada, equipo de protección personal, evaluación postural, Método REBA, carga física.

Abstract

In conclusion, the data demonstrate a critical relationship between the weight of the protective equipment and the premature development of musculoskeletal fatigue, evidencing that the current safety equipment paradoxically acts as a severe ergonomic risk factor that requires the urgent implementation of rotation protocols, specialized active breaks, and the redesign of lightweight materials.

The main objective of this research was to analyze the direct relationship between the intensive use of static protective elements (bulletproof vests and helmets, tactical belts, uniforms, and safety footwear) and the development of musculoskeletal fatigue in private security personnel. The study arises from the critical need to mitigate ergonomic risks derived from physical load and prolonged standing, factors that severely impact the biomechanical health and operational efficiency of the worker.

Through a descriptive, cross-sectional methodological approach, a sample of 15 to 30 security guards was evaluated. Data collection was carried out through direct observation, the REBA method for postural analysis, the Ryan method for the distribution of bodily discomfort, and the Borg Scale for perceived exertion.

The results of the REBA method determined a high-risk level in 8 to 10 of the sample, with a mean score of 7, requiring immediate technical intervention due to postural load in the lumbar and cervical areas. Meanwhile, the Ryan method identified that the regions with the highest prevalence

and severity of pain were the lumbar area (20%), shoulders (30%), and lower extremities (50%). Likewise, the Borg Scale reflected that 60% of workers perceive their daily physical effort as heavy, with a value of 9, directly associated with the accumulated weight of the equipment.

Keywords: Musculoskeletal fatigue, ergonomic risks, private security, personal protective equipment, postural assessment, REBA method, physical load.

Lista de Figuras

Fig 1. Localización de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores. INSHT. (3).....	16
Fig 2. Esquema de aplicación del método REBA.....	20
Fig 3. Puntuación posiciones del tronco.....	21
Fig 4. Puntuación posiciones del cuello.....	22
Fig 5. Puntuación posición de las piernas.....	23
Fig 6. Puntuación posiciones del brazo.....	25
Fig 7. Puntuación posiciones del antebrazo.....	26
Fig 8. Puntuación posiciones de la muñeca.....	27
Fig 9. Postura 1.....	40
Fig 10. Resultado de la postura 1.....	43
Fig 11. Postura 2.....	44
Fig 12. Evaluación postura 2.....	48
Fig 13. Postura 3.....	49
Fig 14. Postura 4.....	52
Fig 15. Grafica de datos de la encuesta de Ryan.....	57
Fig 16. Datos de la encuesta con el método Borg.....	59

Lista de Tablas

Tabla 1 Declaración de las variables del estudio.....	9
Tabla 2. Puntuación inicial del grupo A.....	24
Tabla 3. Puntuación adicional según la carga/fuerza que transporta el trabajador.....	24
Tabla 4. Puntuación inicial del Grupo B.....	28
Tabla 5. Puntuación adicional según el tipo de agarre.....	28
Tabla 6. Puntuación C en función de las Puntuaciones A y B.....	29
Tabla 7. Puntuación del tipo de actividad muscular.....	30
Tabla 8. Niveles de actuación según la puntuación obtenida.....	31
Tabla 9. Relación con los Trastornos Musculoesqueléticos (TME).....	33
Tabla 10. Análisis de la escala de Borg.....	34
Tabla 11. Análisis de los niveles de esfuerzos.....	36
Tabla 12. Análisis de las técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	39
Tabla 13. Análisis del Grupo A (Tronco, Cuello y Piernas).....	40
Tabla 14. Análisis del Grupo B (Miembros Superiores).....	42
Tabla 15. Resultado Final y Matriz de Decisión.....	43
Tabla 16. Análisis del Grupo A (Tronco, Cuello y Piernas).....	44
Tabla 17. Análisis del Grupo B (Miembros Superiores).....	46
Tabla 18. Resultado Final y Matriz de Decisión.....	48
Tabla 19. Análisis del Grupo A (Tronco, Cuello y Piernas) CON 52 AÑOS DE	

EDAD.....	49
Tabla 20. Análisis del Grupo B (Miembros Superiores).....	51
Tabla 21. Resultado Final y Nivel de Riesgo.....	52
Tabla 22. Operación de apertura de acceso con equipo táctico pesado.....	53
Tabla 23. Análisis del Grupo B (Miembros Superiores).....	54
Tabla 24. Resultado Final y Nivel de Acción.....	55
Tabla 25. Análisis de las posturas evaluadas.....	56
Tabla 26. Encuesta realizada al personal aplicando el método Ryan.....	57
Tabla 27. Análisis del método RYAN.....	58
Tabla 28. Encuesta realizada al personal con el método Borg.....	59

Tabla de contenido

Índice	13
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1 Delimitación espacial	19
1.2.2 Delimitación temporal	19
1.2.3 Delimitación temática	19
1.2.4 Delimitación metodológica	19
1.2.5 Herramientas de Recolección de Datos	20
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
1.5 OBJETIVOS	21
1.5.1 Objetivo general	21
1.5.2 Objetivos específicos	22
1.6 HIPÓTESIS	22
1.7 JUSTIFICACIÓN	23
1.8 DECLARACIÓN DE LAS VARIABLES (OPERACIONALIZACIÓN)	24
2 Antecedentes Referenciales	26
2.1 MARCO CONCEPTUAL	27
2.1.1 Ergonomía Física y Biomecánica Ocupacional	27
2.1.2 Carga Física y el riesgo de Sobreesfuerzo	28
2.1.3 Carga Continua y Resistencia	28

2.1.4	Bipedestación Prolongada y Fatiga Estática	28
2.1.5	Evaluación Postural mediante el Método REBA	29
2.1.6	Periodos de Recuperación (Criterios de Ryan)	29
2.1.7	Percepción Subjetiva del Esfuerzo (Escala de Borg)	30
2.1.8	Eficiencia Operativa y Capacidad de Reacción	30
2.2	MARCO TEORICO	30
2.2.1	ERGONOMÍA FÍSICA	30
2.2.2	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO REBA	32
2.2.3	El tipo de agarre de la carga.	34
2.2.4	DESARROLLO DEL MÉTODO REBA	35
2.2.5	Criterios de Ryan y la Fatiga por Bipedestación	47
2.3	Fundamentos Teóricos de la Escala de Borg.	50
2.3.1	Clasificación de los Niveles de Esfuerzo:	51
3	Tipo y diseño de investigación	52
4	CAPÍTULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados	56
4.1	EVALUACIÓN DE POSTURAS CON EL MÉTODO REBA:	56
4.2	EVALUACIÓN CON EL METODO RYAN	74
4.2.1	Análisis del método Ryan	75
4.3	EVALUACIÓN DEL MÉTODO BORG:	76
4.3.1	Análisis de Ergonomía y Carga Física (Biomecánica)	77
4.3.2	Cronobiología y Organización del Trabajo	77
4.3.3	Factores Neurofisiológicos: El Efecto Adrenalina	78

4.3.4	Análisis Costo-Beneficio de Intervención	78
4.4	Análisis Comparativo y de Tendencia Postural - Evolución del Riesgo	78
4.5	4.2 Triangulación y Correlación Inter-Métodos (Biomedicina y Percepción)	79
4.6	4.3 Análisis Temporal, Cronobiología y Evolución del Riesgo	80
5	CAPÍTULO V: Discusión, Conclusiones y Recomendaciones	81
5.1	Discusión	81
5.2	Conclusiones	84
5.3	Recomendaciones	86
6.	Referencias Bibliográficas	88

INTRODUCCIÓN

En el actual escenario de la seguridad corporativa, la gestión de activos, la protección de bienes patrimoniales y la salvaguarda de la integridad física de las personas se han consolidado como los pilares operativos fundamentales de la seguridad privada. Tradicionalmente, la formación del personal se ha centrado en el desarrollo de competencias reactivas tales como la gestión de crisis, el uso de armamento y la defensa personal habilidades que, aunque críticas en situaciones de emergencia, representan escenarios de baja frecuencia de ocurrencia (García, 2021). No obstante, esta priorización de la operatividad táctica ha dejado en un segundo plano los riesgos higiénicos y ergonómicos de carácter acumulativo que afectan de manera constante la integridad física del trabajador.

A medida que las exigencias organizacionales evolucionan, aumenta la demanda de profesionales que posean un perfil integral de protección. Sin embargo, existe una brecha crítica en los sistemas de gestión de seguridad: la carencia de una guía técnica orientativa que identifique con precisión los peligros y riesgos ergonómicos inherentes a la labor diaria (Martínez & López, 2022).

Mientras que la seguridad industrial y la protección privada convergen en el objetivo común de la conservación de los recursos humanos y materiales, la salud biomecánica del guardia suele estar excluida de los protocolos preventivos convencionales, limitándose estos a enunciados generales de entrenamiento reactivo.

La problemática central de esta investigación radica en el uso ininterrumpido de elementos de protección estática tales como chalecos de protección balística, cascos tácticos, cinturones de dotación, uniformes y calzado de seguridad. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2020), la exposición prolongada a cargas físicas estáticas y

la bipedestación sostenida son factores determinantes en la aparición de trastornos musculoesqueléticos (TME). El peso acumulado de estos

elementos altera la estática postural y el centro de gravedad del individuo, generando una fatiga muscular que, de no ser mitigada, deriva en patologías crónicas o enfermedades profesionales.

Por consiguiente, el presente estudio se propone integrar los principios de la ergonomía física con la operatividad de la seguridad privada. El propósito es desarrollar medidas de prevención técnicas y administrativas que permitan al personal no solo proteger los activos de la organización, sino también preservar su propia salud musculoesquelética. A través del conocimiento y la mitigación de los riesgos derivados de su equipamiento de dotación, se busca elevar el estándar de competencia profesional hacia una cultura de prevención proactiva.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto de la seguridad privada, el personal operativo se enfrenta a condiciones de trabajo críticas que combinan una carga física externa considerable con jornadas extensas de bipedestación prolongada. Actualmente, en la organización objeto de estudio, cada guardia transporta un equipo táctico de 18.14 kg de manera ininterrumpida durante turnos de 12 horas. Esta carga, sumada a la naturaleza de las rondas en terrenos agrestes, genera una fatiga muscular acumulada que afecta de manera generalizada a la plantilla, independientemente de la jornada sea diurna o nocturna.

A nivel sectorial, la literatura internacional y las estadísticas de salud ocupacional (como las de la OMS y la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud

en el Trabajo) señalan que los trastornos musculoesqueléticos (TME) representan más del 40% de las enfermedades laborales en personal de vigilancia, siendo las zonas lumbar, cervical y de

miembros inferiores las más afectadas debido al transporte de carga y la postura estática.

A pesar de esta realidad epidemiológica, los registros del consultorio médico institucional de la empresa muestran una tasa de incidencia de TME cercana al cero por ciento. Sin embargo, una indagación preliminar mediante entrevistas estructuradas a la plantilla reveló una desconexión crítica entre el registro oficial y la realidad operativa: el 60% de los trabajadores manifestó padecer molestias físicas recurrentes y dolor musculoesquelético. La ausencia de reportes oficiales se atribuye a dos factores socioculturales propios del perfil de la muestra (ex-militares): el acudir a consultas médicas particulares para evitar el historial clínico institucional y el temor percibido a la inestabilidad laboral o al despido. Este fenómeno de subregistro oculta una vulnerabilidad latente en la salud de los trabajadores.

La falta de una evaluación técnica sobre los periodos de recuperación criterios de Ryan y la carga postural método REBA sugiere que el personal está operando bajo niveles de sobreesfuerzo crónico. Si esta situación persiste, el agotamiento físico percibido Escala de Borg y las lesiones silenciadas derivarán inevitablemente en crisis de ausentismo no programado, rotación de personal y, fundamentalmente, en una disminución crítica en los estándares de vigilancia, comprometiendo la eficiencia operativa y la capacidad de reacción ante incidentes de seguridad de la empresa.

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Delimitación espacial

Esta investigación se llevará a cabo con personal de seguridad Privada, situada en servicios en una empresa minera.

1.2.2 Delimitación temporal

La investigación se enfocará en analizar al personal que permanezca más de 3 meses en el puesto.

Se tendrán en cuenta datos mediante encuestas recientes que ayuden a evaluar las condiciones de Salud y el desempeño operativo dentro de un marco de tiempo de finido.

1.2.3 Delimitación temática

Se evaluará como está impactando en la salud del trabajador y la eficiencia operativa. A través de metodología Reba para la carga postural, los Criterios de Ryan nos da el tiempo de permanencia de pie y los periodos de descanso y la Escala de Borg permite que el guardia califique su nivel de fatiga al final del turno.

1.2.4 Delimitación metodológica

El estudio se centra en el análisis de la fatiga estática derivada de la prolongada. El objetivo es determinar el impacto de esta carga física en dos vertientes:

Salud del trabajador: Identificación de posibles trastornos musculoesqueléticos.

Eficiencia operativa: Relación entre el agotamiento físico y la capacidad de alerta/reacción del guardia.

1.2.5 Herramientas de Recolección de Datos

Para obtener un diagnóstico integral, se aplicará una triangulación de métodos que cubren lo objetivo, lo temporal y lo subjetivo:

Evaluación Postural (Método REBA): Se utilizará para analizar las posturas estáticas predominantes durante el servicio. Este método permitirá asignar un nivel de riesgo y urgencia de intervención según la carga musculoesquelética observada.

Análisis de Exposición Temporal (Criterios de Ryan): Se empleará para cronometrar los tiempos de permanencia de pie versus los periodos de descanso efectivos, permitiendo establecer si se cumplen los umbrales de recuperación biológica necesarios.

Percepción de Carga Física (Escala de Borg): Se aplicará al finalizar la jornada laboral para capturar la autopercepción de fatiga del guardia, validando si el esfuerzo físico coincide con los hallazgos técnicos de las otras herramientas.

Se aplicarán herramientas de análisis estadístico y visualización de datos, como gráficos, para presentar los resultados.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De qué manera el uso del equipo táctico de 18.14 kg y la bipedestación prolongada durante jornadas de 12 horas inciden en el nivel de fatiga física y el riesgo postural del personal de seguridad privada en una empresa minera.

1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En qué medida la combinación de carga táctica de 18.14 kg y bipedestación prolongada determina el nivel de riesgo ergonómico y la capacidad operativa del personal de seguridad.

Cuál es el nivel de riesgo musculoesquelético según el método REBA derivado del uso ininterrumpido del equipo táctico de 18.14 kg en los diferentes terrenos de la operación minera.

Cómo afecta la discrepancia entre los tiempos de bipedestación real y los periodos de descanso (según Criterios de Ryan) en la acumulación de fatiga estática del personal.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 *Objetivo general*

Determinar la incidencia del uso de equipo táctico de 18.14 kg y la bipedestación prolongada sobre el riesgo ergonómico, la fatiga física acumulada y la capacidad operativa del personal de seguridad, mediante la aplicación de los métodos REBA, Criterios de Ryan y la Escala de Borg, con el objeto de diseñar medidas preventivas que optimicen la salud musculoesquelética y el desempeño laboral.

1.5.2 *Objetivos específicos*

1. Determinar el nivel de riesgo ergonómico asociado al uso continuo del equipo táctico de 18,14 kg y a las posturas adoptadas durante la bipedestación prolongada,

mediante la aplicación del método REBA en los distintos terrenos de la operación minera.

2. Analizar la relación entre los tiempos reales de bipedestación y los periodos de descanso establecidos, utilizando los Criterios de Ryan, para identificar el nivel de fatiga estática acumulada en el personal de seguridad.

3. Diseñar un plan de medidas preventivas, ergonómicas y organizacionales orientado a mitigar la fatiga física acumulada y reducir el riesgo de trastornos musculoesqueléticos (TME), con el fin de optimizar la salud ocupacional y salvaguardar la capacidad operativa del personal de seguridad.

1.6 HIPÓTESIS

Llevar un equipo de 18.14 kg durante una jornada de casi 12 horas sin descansos adecuados, provoca que el cuerpo del guardia de seguridad llegue a su límite físico mucho antes de terminar el turno. Esto no solo le causa dolores musculares severos, sino que el cansancio es tan alto que su capacidad para reaccionar y mantenerse alerta disminuye peligrosamente, afectando su salud y la seguridad de la mina.

La implementación de jornadas de 12 horas con bipedestación prolongada y el porte de equipo táctico de 18.14 kg, genera un nivel de riesgo ergonómico alto del método REBA que se correlaciona positivamente con un incremento crítico en la percepción de fatiga física método Borg en los guardias de seguridad de la empresa minera".

1.7 JUSTIFICACIÓN

La investigación se sustenta en la necesidad de documentar el impacto de la carga física en sectores de alta exigencia. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2020), la manipulación de cargas y la bipedestación prolongada son factores de riesgo

primarios para el

desarrollo de trastornos musculoesqueléticos. Al aplicar el Método REBA (Rapid Entire Body Assessment), este estudio se alinea con lo propuesto por Hignett y McAtamney (2000), quienes sostienen que la evaluación de posturas estáticas y dinámicas es sensible a las variaciones de carga externa, permitiendo cuantificar un riesgo que a menudo es invisible en las evaluaciones generales de seguridad.

Desde el enfoque de la seguridad industrial, la fatiga física es un precursor crítico del error humano. Estudios de Grandjean (2014) señalan que el agotamiento muscular reduce drásticamente la capacidad de vigilancia y los tiempos de reacción. En pisos irregulares, donde la alerta debe ser constante, un equipo táctico de 18.14 kg portado durante casi 12 horas excede los límites recomendados de carga sostenida. La aplicación de los Criterios de Ryan (2011) permitirá determinar técnicamente los ciclos de trabajo-recuperación necesarios para evitar que la fatiga degrade la eficiencia operativa del servicio de vigilancia.

El bienestar del guardia de seguridad es el núcleo de este estudio. La exposición prolongada a cargas pesadas genera una compresión biomecánica en la columna vertebral y fatiga en las extremidades inferiores. De acuerdo con Kuorinka et al. (2015), la percepción subjetiva del esfuerzo, medida a través de la Escala de Borg, es un indicador fiable de la tensión fisiológica real del trabajador. Esta investigación busca prevenir enfermedades profesionales crónicas, validando que el derecho a la salud es compatible con las exigencias del sector que trabajan los guardias.

El sobreesfuerzo no solo afecta al humano, sino también a la rentabilidad organizacional. Según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA, 2021), los trastornos musculoesqueléticos representan una de las mayores causas de ausentismo y rotación de personal. Al reducir el peso percibido y optimizar los descansos, la empresa

puede disminuir los costos asociados a las bajas médicas y las indemnizaciones, garantizando una operación más estable y

productiva.

1.8 DECLARACIÓN DE LAS VARIABLES (OPERACIONALIZACIÓN)

Tabla 1 Declaración de las variables del estudio

Variable	Definición Operacional	Indicadores	Instrumento / Herramienta
Variable Independiente: Carga Física y Postural	Evaluación de la carga externa (18.14 kg) y las posturas adoptadas durante la jornada de 12 horas.	• Ángulos de tronco, cuello y extremidades. • Peso del equipo táctico (kg). • Tipo de actividad (estática/dinámica).	Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Variable Independiente: Exposición Temporal	Medición del tiempo de permanencia en bipedestación y la frecuencia de los descansos.	• Minutos de bipedestación continua. • Frecuencia de micro-pausas. • Relación trabajo/descanso.	Criterios de Ryan
Variable Dependiente: Fatiga	Nivel de agotamiento subjetivo reportado por el	• Grado de esfuerzo percibido (6 al 20).	Escala de Borg
Variable	Definición Operacional	Indicadores	Instrumento / Herramienta
Física Percibida	guardia al finalizar su turno.	• Sensación de pesadez o dolor muscular.	
Variable Dependiente: Eficiencia Operativa	Capacidad del personal para mantener el estado de alerta y reacción ante incidentes.	• Tiempo de reacción (estimado). • Reporte de incidentes o fallas de vigilancia. • Tasa de ausentismo	Registro de Novedades / Ficha de Observación

		médico.	
--	--	---------	--

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2 Antecedentes Referenciales

El ejercicio de la seguridad privada exige, por naturaleza operativa, que el personal mantenga periodos de bipedestación prolongada y estática que superan frecuentemente las 8 horas de jornada laboral. Esta condición se ve agravada por la obligación de portar elementos de protección estática (EPE) cuyo peso acumulado genera un vector de fuerza adicional sobre el eje axial de la columna vertebral.

Desde una perspectiva biomecánica, el uso de chalecos antibalas y cinturones tácticos desplaza el centro de gravedad del individuo. Según Kroemer (2017), cualquier alteración en el centro de masas corporal obliga al sistema musculoesquelético a realizar compensaciones posturales constantes para mantener el equilibrio, lo que deriva en una contracción muscular isométrica sostenida. Esta tensión se localiza principalmente en la musculatura paravertebral de la zona lumbar y en las extremidades inferiores, incrementando la presión intradiscal y reduciendo el retorno venoso.

La **Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021)** señala que los trastornos musculoesqueléticos son la principal causa de discapacidad laboral a nivel mundial. En el caso específico de los guardias, el equipo de protección diseñado para mitigar riesgos externos se convierte paradójicamente en un factor de riesgo interno. La falta de una distribución ergonómica de la carga y la ausencia de programas de higiene postural provocan fatiga muscular prematura, la cual, si no es tratada, evoluciona hacia patologías crónicas como hernias discales o insuficiencia venosa periférica.

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 *Ergonomía Física y Biomecánica Ocupacional*

La ergonomía física: Estudia básicamente cómo le afectan al cuerpo las tareas del día a día, vigilando que las posturas y los pesos que cargamos no terminen pasándonos factura a nivel físico. Según Pheasant y Haslegrave (2018), la biomecánica aplicada al entorno laboral permite analizar cómo las fuerzas externas (como el equipo táctico) afectan las estructuras musculoesqueléticas, determinando el límite de tolerancia del tejido biológico para evitar lesiones.

Por su parte, Vargas-Prada et al. (2022) y López-Minaya (2025) sostienen que la

bipedestación estática por periodos acumulados mayores a 4 horas (tal como los niveles de alerta críticos arrojados en este estudio por el método Ryan) actúa como un factor predictor de estasis venosa profunda y fatiga neuromuscular en miembros inferiores, reduciendo la efectividad del control postural adaptativo ante terrenos irregulares.

Investigaciones recientes como la de Karakolis et al. (2023) y Alegre-Arizmendi et al. (2024) demuestran que el uso prolongado de chalecos balísticos y cinturones de servicio modifica el centro de gravedad del operador, incrementando de manera significativa la co-contracción de los músculos erector de la espina para estabilizar la postura, lo que se traduce en tasas superiores al 65% de lumbalgias crónicas en personal militar y de seguridad privada.

El impacto del EPP pesado trasciende lo físico y afecta el juicio estratégico. De acuerdo con Nesta et al. (2023) y los modelos cinemáticos de Davis y Weaver (2024), el sobreesfuerzo biomecánico por cargas superiores a los 15 kg genera un consumo metabólico acelerado que correlaciona de forma directa con el aumento de la latencia de respuesta psicomotora y la pérdida de precisión fina en situaciones de alta demanda táctica.

2.1.2 Carga Física y el riesgo de Sobreesfuerzo

Cuando hablamos de carga física, no nos referimos solo a levantar cajas pesadas; es, en realidad, todo el esfuerzo que el cuerpo debe realizar para cumplir con una jornada laboral como es la del guardia. Es la suma de las exigencias que el trabajo le impone a nuestros músculos, articulaciones y sistema circulatorio. Llana (2021) define el sobreesfuerzo como la ruptura del equilibrio entre las exigencias del trabajo y las capacidades funcionales del individuo. En el sector que trabajan los guardias de Seguridad Privada, este sobreesfuerzo no es solo dinámico (caminar), sino

mayoritariamente estático debido al peso sostenido del equipo táctico.

2.1.3 Carga Continua y Resistencia

En las empresas de la seguridad privada, la carga física no es un concepto teórico; es el peso real que el guardia lleva sobre sus hombros durante turnos prolongados. Cuando trabajamos en esquemas de 14/7, el cuerpo no solo enfrenta el peso del equipo, sino el factor acumulativo del cansancio sin una recuperación diaria completa.

2.1.4 Bipedestación Prolongada y Fatiga Estática

Un trabajador está en bipedestación prolongada cuando permanece de pie más de 2 horas seguidas en un mismo turno en una jornada de 8. Waters y Dick (2015) señalan que esta condición genera fatiga estática, la cual reduce el flujo sanguíneo muscular y provoca la acumulación de metabolitos, derivando en dolor lumbar y fatiga de las extremidades inferiores.

Sin embargo, para alguien que carga 18 kg, el concepto clave es la Bipedestación Estática:

- El límite crítico es: Permanecer en una posición fija, sin caminar más de unos pocos pasos, por más de 1 hora continua.
- Por qué importa: A partir de los 60 minutos, la falta de bombeo muscular en las piernas dificulta el retorno venoso, y el peso de los 18 kg empieza a comprimir los discos intervertebrales de forma peligrosa.

2.1.5 Evaluación Postural mediante el Método REBA

El Rapid Entire Body Assessment (REBA) es un método observacional diseñado por

Hignett y McAtamney (2000) para evaluar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

Este método es

especialmente eficaz en este estudio porque permite asignar una puntuación adicional por el uso de carga o fuerza (el equipo táctico de 40 lbs) y por la inestabilidad del terreno (factor crítico en minería).

2.1.6 *Periodos de Recuperación (Criterios de Ryan)*

Los criterios propuestos por Ryan (2011) establecen la relación necesaria entre el tiempo de exposición a la bipedestación y los periodos de descanso. Estos criterios postulan que la recuperación biológica es esencial para prevenir que la fatiga aguda se transforme en fatiga crónica o patologías crónicas como várices o fascitis plantar.

2.1.7 *Percepción Subjetiva del Esfuerzo (Escala de Borg)*

La Escala de Borg (RPE) es un instrumento psicofísico validado para medir la intensidad del esfuerzo percibido. Según Borg (1998), existe una correlación directa entre la percepción del esfuerzo del trabajador y variables fisiológicas como la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno, lo que la convierte en una herramienta confiable para validar el agotamiento real del personal de seguridad.

2.1.8 *Eficiencia Operativa y Capacidad de Reacción*

En seguridad privada, la eficiencia operativa se define como el mantenimiento del estado de alerta y vigilancia. Grandjean (2017) sostiene que la fatiga física degrada directamente las funciones cognitivas y la velocidad de reacción, lo que, en un entorno crítico como una mina, aumenta la

vulnerabilidad ante incidentes de seguridad intrusiva.

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 *ERGONOMÍA FÍSICA*

La ergonomía física o geométrica es la herramienta que adapta el entorno de trabajo a las capacidades reales de nuestro cuerpo. Su objetivo no es solo cumplir una norma, sino evitar que la actividad pase a presentarse en un costo permanente a nuestra salud. En el año 2011 el INSHT (actualmente INSST) realizó la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (ENCT) sobre una muestra de 8.892 trabajadores ocupados. El 77,5% de los trabajadores refirió haber sentido alguna molestia física debida a posturas y esfuerzos derivados del trabajo que realizaban. Siendo más frecuentes las dolencias localizadas en la zona baja de la espalda (44,9%), la zona cervical (34,3%) y la zona alta de la espalda (27,1%). Por sector de actividad, los trabajadores de actividades sanitarias y sociales mostraron una mayor incidencia de trastornos musculoesqueléticos (83,8%), seguidos por trabajadores del transporte y almacenamiento (81,7%), Metal (80,2%) y Hostelería (80%).

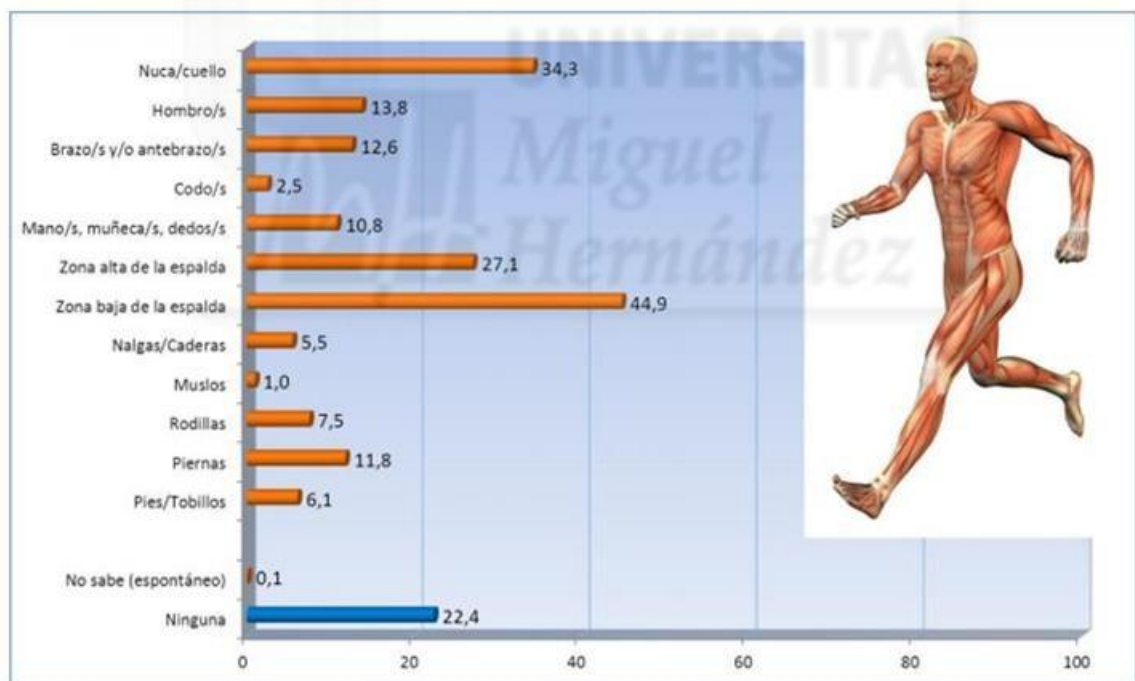


Fig 1. Localización de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores. INSHT. (3)

La Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo (Eurofound) realizó en el año 2015 una encuesta multinacional a gran escala, denominada VI Encuesta Europea de Condiciones de Trabajo (EWCS). En ella se realizaron 43.850 entrevistas a trabajadores, de las cuales 3.364 se desarrollaron en España.

Las conclusiones obtenidas revelaron una creciente incidencia de los riesgos ergonómicos en los trabajadores. Destacando que los movimientos repetitivos de manos o brazos afectaban al 69% de los trabajadores, las posiciones dolorosas o fatigantes al 54% y llevar o mover cargas pesadas al 37%. La actividad de levantar o mover personas implicaba en su conjunto al 11% de los trabajadores, siendo en el personal sanitario una actividad ampliamente realizada (44%). El presente estudio, consistente en una valoración de riesgo ergonómico que tiene un terapeuta con formación en osteopatía al realizar un tipo concreto de manipulación vertebral dorsal. Haciendo referencia en concreto a posturas inadecuadas, esfuerzos, giros, movimientos intempestivos y manipulación

manual de cargas (en este caso el paciente). Todos estos factores pueden desencadenar la aparición

de trastornos musculoesqueléticos. Referente a la ergonomía física, según Rodríguez Barbas C. (4) en un estudio que realizó sobre 69 fisioterapeutas, el 85,3% de los participantes sufrieron alguna lesión musculoesquelética relacionada con el trabajo en los últimos 12 meses y/o a lo largo de su vida. El resto de ramas que incluye esta especialidad de la prevención de riesgos laborales, como son la ergonomía cognitiva, la social u organizacional y la ambiental, en este trabajo no son desarrolladas. Siendo en exclusiva la ergonomía física el campo de actuación en el que se puede aplicar el método REBA para la evaluación del riesgo ergonómico del trabajador.

2.2.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO REBA

Para la evaluación del riesgo ergonómico objeto de estudio, se utilizó el método REBA (Rapid Entire Body Assessment, que viene a traducirse en “Valoración rápida del cuerpo completo”) desarrollado por Hignett y McAtamney en el año 2000. El método diseñado por estas dos ergónomas e investigadoras en Nottingham, se obtuvo gracias al trabajo conjunto de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, que llegaron a identificar alrededor de 600 posturas para estimar el riesgo de sufrir alteraciones debido a posturas forzadas. El método REBA se asemeja al método RULA, aunque este último se dirige a analizar la extremidad superior y movimientos repetitivos. Siendo el método REBA más general. Además, incluye factores de carga postural dinámicos y estáticos, interacción persona carga, y un nuevo concepto denominado gravedad asistida para mantener las extremidades superiores, es decir, la ayuda que supone la gravedad para mantener la postura del brazo. Pese a que se diseñó primeramente para el personal sanitario, se puede aplicar en cualquier actividad laboral. Como características del método REBA se pueden destacar: Método muy sensible a los riesgos musculoesqueléticos. Divide el cuerpo en segmentos y los codifica individualmente,

haciendo una evaluación de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca), el tronco, el cuello y las piernas. Analiza como el manejo de cargas

repercute sobre la carga postural, incluyendo un factor que puede incrementar la puntuación obtenida según el peso de la carga o la fuerza que se ejerce. El tipo de agarre también es tenido en cuenta como factor sumatorio, aceptando que incluso a veces el agarre no puede ejercerse con las manos y se realiza con otras partes del cuerpo. Permite valorar la actividad muscular producida por causas estáticas, dinámicas o por cambios bruscos e inesperados en la postura, incluyendo un factor de corrección final según se den o no estos tipos de actividad muscular. Incluye un nuevo factor que valora si la postura de los miembros superiores es adoptada a favor o en contra de la gravedad.

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente. Por tanto, se deben seleccionar las posturas más representativas en el puesto de trabajo, ya sea por su carácter repetitivo o por su precariedad postural durante la jornada. El método se aplica por separado al lado derecho e izquierdo del cuerpo, siendo el examinador el encargado de determinar para cada postura evaluada, a priori, una mayor carga. En caso de existir dudas, lo ideal es evaluar ambos lados por separado.

En el presente estudio de evaluación ergonómica enfocado en el personal de seguridad privada, se aplicará lo anteriormente descrito evaluando el lado del cuerpo que soporte el mayor esfuerzo estático o dinámico. Esto cobra especial relevancia al analizar la distribución del equipo táctico (18.14 kg) y el brazo de control o sujeción del armamento en los guardias diestros o zurdos, determinando qué hemicuerpo realiza el mayor trabajo de agarre, soporte y carga postural durante las rondas a pie.

El resultado final que se obtenga con la aplicación de este método va a determinar el nivel de riesgo de padecer trastornos musculoesqueléticos, estableciendo el nivel de acción requerido y la urgencia de la intervención preventiva. Antes de aplicar el método REBA, se deben considerar una serie de pasos previos como determinar el período de tiempo de observación del puesto de vigilancia, siendo este método especialmente útil

para valorar posturas variadas y sin ciclos de trabajo definidos, característicos de los patrullajes en terrenos agrestes. Para un análisis

pormenorizado de tareas de duración excesiva en turnos de 12 horas, la actividad se descompondrá en subtareas operativas. Se deben registrar mediante video, fotografías o anotaciones en tiempo real las diferentes posturas que adopta el guardia de seguridad en bipedestación o marcha e identificar entre estas las más significativas o que entrañen mayor peligro, pues será en ellas donde se aplique la evaluación.

2.2.3 El tipo de agarre de la carga.

Las características de la actividad muscular que desarrolla el trabajador. El método REBA divide el cuerpo en dos grupos de segmentos corporales denominados grupo A y grupo B.

El grupo A está formado por el tronco, el cuello y las piernas. Y el grupo B lo componen los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca). En este punto hay que recordar que el método únicamente mide una parte del cuerpo, lado derecho o izquierdo. Por tanto se tomará la puntuación de un único brazo, antebrazo y muñeca para cada postura que sea evaluada. Para cada uno de estos dos segmentos corporales (grupo A y grupo B) se obtendrá una puntuación. Con estas puntuaciones y los resultados obtenidos en una serie de tablas, junto a la aplicación de sus correspondientes factores de corrección, finalmente se obtendrá la puntuación final del método para la postura evaluada.



Fig 2. Esquema de aplicación del método REBA

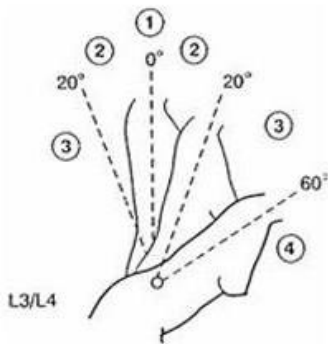
2.2.4 DESARROLLO DEL MÉTODO REBA

Las puntuaciones se van a obtener de la manera que se describe a continuación:

Grupo A: Puntuaciones de tronco, cuello y piernas. El método comienza valorando y puntuando individualmente cada uno de los miembros que componen el grupo A: cuello, tronco y piernas.

Puntuación del tronco: Consiste en determinar si el trabajador en la posición evaluada se encuentra con el tronco erguido o no. Y en caso de que no se encuentre erguido, indicar en qué grado de flexión o extensión se haya, a la vez que también se tiene en cuenta si existe torsión o inclinación lateral del tronco.

Tronco



Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	
20°-60° flexión >20° extensión	3	
> 60° flexión	4	



Fig 3. Puntuación posiciones del

La puntuación podrá ser de entre 1 y 4, llegando incluso hasta 5 si existe una flexión de tronco mayor de 60 grados asociada a una torsión o inclinación lateral en el tronco del trabajador. Puntuación del cuello: Toma en consideración dos posibles posiciones del cuello. Si se encuentra entre 0 y 20 grados de flexión, o que la posición del cuello del trabajador esté flexionada más de 20 grados o se encuentre en extensión. La puntuación podrá ser de 1 ó 2, llegando incluso a 3 si el trabajador presenta una flexión del cuello mayor de 20 grados o extensión y junto a ello se asocia torsión o inclinación lateral en el cuello.

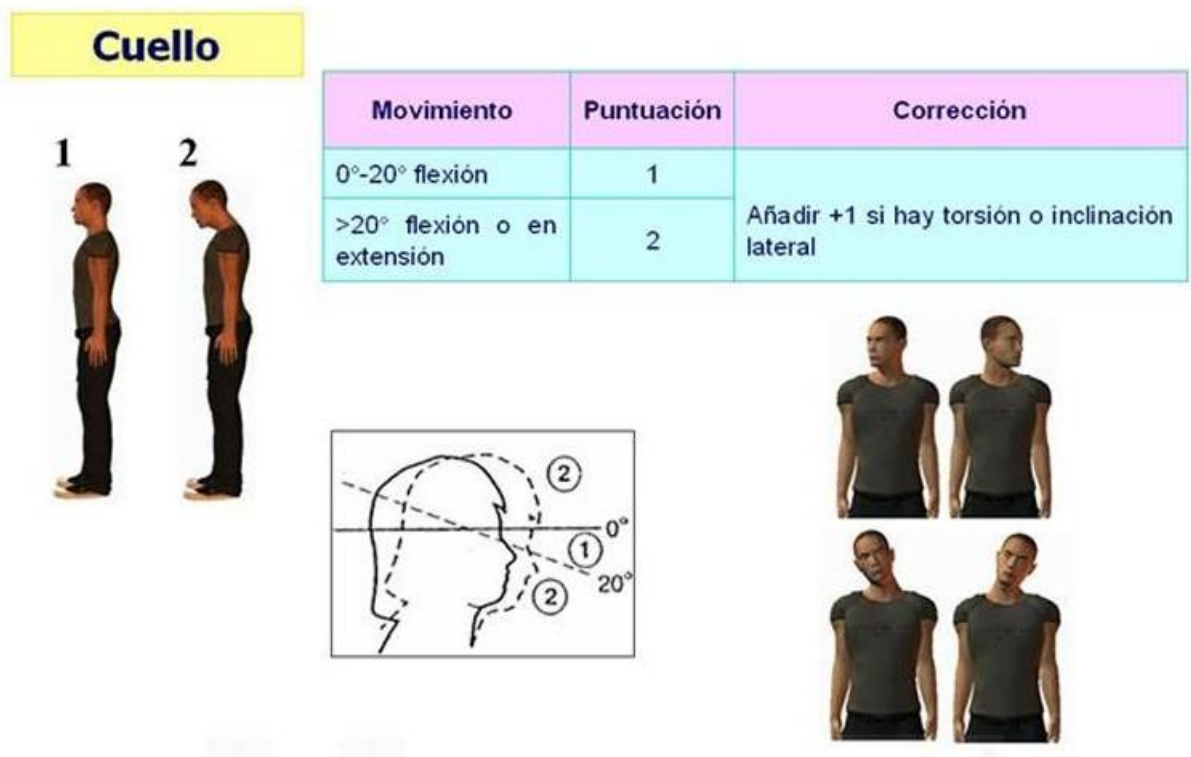


Fig 4. Puntuación posiciones del cuello

Puntuación de las piernas: Por último, lugar en este grupo A, el método REBA recoge información de la posición de las piernas del trabajador. Teniendo en cuenta factores como si el apoyo es bilateral o unilateral, si el trabajador está sentado, andando, en postura inestable o soporte ligero y también el grado de flexión de una o ambas rodillas. La puntuación podrá ser de 1 ó 2, llegando incluso a 4 si el apoyo es unilateral, sobre soporte ligero o postura inestable y va asociado a una flexión mayor de 60 grados de una o ambas rodillas, salvo que se encuentre el trabajador en posición sedente.

Piernas



Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	+ 1 si hay flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 2 si la/s rodilla/s está/n flexionada/s más de 60° (salvo postura sedente)

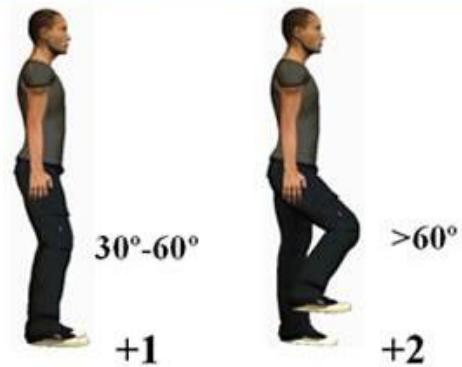


Fig 5. Puntuación posición de las piernas

Una vez obtenidas las puntuaciones individuales de tronco, cuello y piernas de la postura evaluada del trabajador, se podrá obtener una primera puntuación de dicho Grupo A, utilizando la siguiente tabla (Tabla A) y cruzando las tres puntuaciones obtenidas previamente de cada miembro del Grupo A.

Tabla 2. Puntuación inicial del grupo A

TABLA A		Cuello											
		1				2				3			
Piernas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

La puntuación obtenida en esta Tabla A, puede verse aumentada hasta en 2 puntos en función del peso de la carga que soporte el trabajador, siempre y cuando ésta exceda de 5 kilogramos (Tabla 3). añadirse +1 en la puntuación adicional si la fuerza del peso que aplica es de forma rápida o brusca.

Tabla 3. Puntuación adicional según la carga/fuerza que transporta el trabajador.

Tabla de carga/fuerza		
0	1	2
Inferior a 5 kg	5 – 10 kg	>10 kg
Añadir +1 Si la fuerza se aplica de forma rápida o brusca		

Finalmente para obtener la Puntuación A definitiva se aplica la fórmula:

PUNTUACIÓN A = Resultado de la Tabla A + Puntuación de la Tabla de carga/fuerza

Grupo B: Puntuaciones de los miembros superiores: Una vez que se ha realizado la

evaluación del grupo A, se procede a hacer lo mismo con el grupo B. Este grupo lo conforman el brazo, el antebrazo y la muñeca del trabajador. Como ya se detalló previamente, el método REBA analiza solamente una parte del cuerpo, izquierda o derecha. Por tanto se evaluará para cada postura evaluada un único miembro superior, izquierdo o derecho. Puntuación del brazo: Se calculará midiendo el grado de flexión o extensión del hombro del trabajador en el momento de la postura evaluada. La puntuación obtenida oscilaría entre 1 y 4, pudiendo aumentar si el trabajador tiene el brazo en abducción o rotación o si el hombro está elevado. Por el contrario, el método considera un factor atenuante de riesgo, disminuyendo la puntuación en caso de que esté apoyado el brazo o la postura sea a favor de la gravedad.

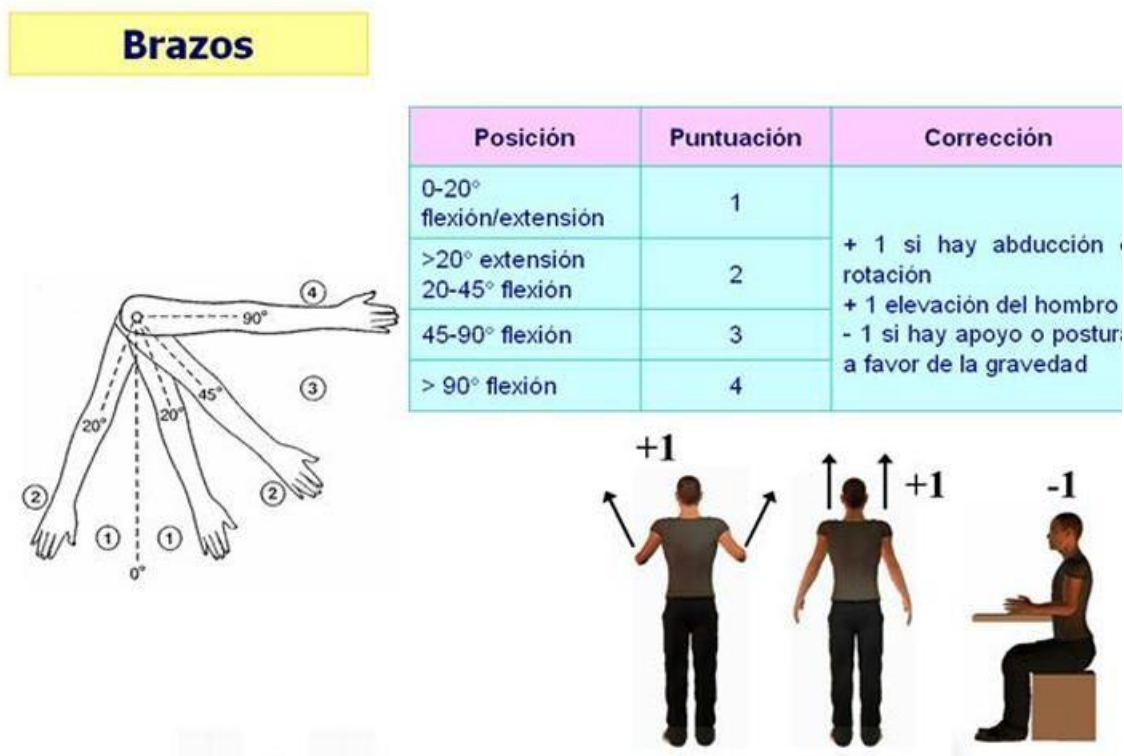
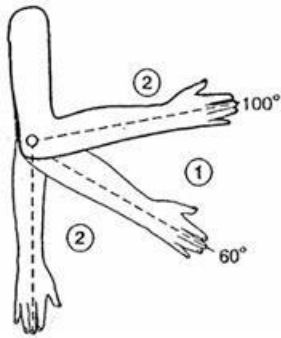


Fig 6. Puntuación posiciones del brazo.

Puntuación del antebrazo: En este caso se valora exclusivamente el grado de flexión en la articulación del codo. No existiendo factores de corrección que pudieran

modificar la puntuación obtenida.

Antebrazo



Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
flexión < 60° o > 100°	2

Fig 7. Puntuación posiciones del antebrazo

La puntuación podrá ser 1 ó 2. Si se encuentra flexionado el codo en un rango articular entre 60°-100°, será de 1. En el resto de situaciones, será 2.

Puntuación de la muñeca: Por último, lugar en este grupo B, el método REBA recoge información de la posición de la muñeca del trabajador. Se valora el ángulo de flexo-extensión que adopta la muñeca.

Muñeca

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	+ 1 si hay torsión o desviación lateral
> 15° flexión/ extensión	2	

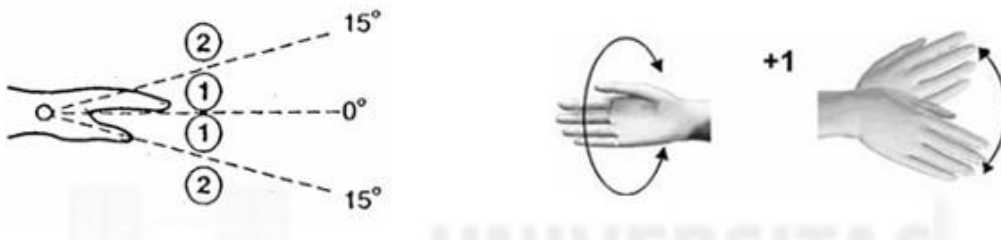


Fig 8. Puntuación posiciones de la muñeca.

La puntuación será 1 ó 2, excepto que se asocie una torsión o desviación lateral de la muñeca. En dicho caso se aumentará en una unidad la puntuación. De igual manera que se hizo con el Grupo A, se podrá obtener una primera puntuación del Grupo B (brazo, antebrazo y muñeca), utilizando la siguiente tabla (Tabla B) y cruzando las tres puntuaciones obtenidas previamente de cada miembro del Grupo B.

Tabla 4. Puntuación inicial del Grupo B.

TABLA B		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

La puntuación obtenida en esta Tabla B, puede verse aumentada hasta en 3 unidades en función del tipo de agarre (Tabla 5). Si se considera que éste es bueno, no se incrementará la puntuación resultante de la Tabla B.

Tabla 5. Puntuación adicional según el tipo de agarre.

0 - Bueno	1- regular	2 - Malo	3 - inaceptable
El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.	Agarre posible pero no aceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo

Finalmente para obtener la Puntuación B definitiva se aplica la fórmula:

PUNTUACIÓN B = Resultado de la Tabla B + Puntuación de la Tabla de tipo de agarre.

Una vez ya establecidas la Puntuación A y la Puntuación B, el método REBA introduce los datos en una nueva tabla (Tabla 6), obteniendo la Puntuación C.

Tabla 6. Puntuación C en función de las Puntuaciones A y B.

	Puntuación B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

PUNTUACIÓN FINAL: La puntuación final del método REBA resulta de sumar a la Puntuación C, el incremento debido al tipo de actividad muscular, según la tabla que se expone a continuación (Tabla 7).

Tabla 7. Puntuación del tipo de actividad muscular.

Puntuación del tipo de actividad muscular	
Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto (excluyendo caminar).
	+1: Se producen cambios posturales importantes o posturas inestables.

Los tres tipos de actividad considerados en la tabla anterior, no son excluyentes y podrían incrementar el valor de la Puntuación C hasta en 3 unidades. Por tanto, la Puntuación final vendrá definida por la fórmula: $PUNTUACIÓN\ FINAL = Puntuación\ C + Puntuación\ del\ tipo\ de\ actividad\ muscular$. El método REBA clasifica la puntuación final en 5 rangos de valores. Cada rango se corresponde con un nivel de acción, que a su vez determina un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. Cuanto mayor sea el nivel de puntuación en el método REBA, mayor será el nivel de riesgo de la postura evaluada y por tanto con mayor premura se deberá actuar. A continuación (Tabla 8), se exponen los diferentes niveles de riesgo y acción entre los que puede quedar clasificada la evaluación de la postura del trabajador según el presente método.

Tabla 8. Niveles de actuación según la puntuación obtenida.

Niveles de riesgo y acción			
Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesaria
1	2-3	Bajo	Puede ser necesaria
2	4-7	Medio	Necesaria
3	8-10	Alto	Necesaria pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Así por ejemplo, en una evaluación con una puntuación final de 1, se considera que el nivel de riesgo no es apreciable y por tanto no es necesario realizar ningún tipo de intervención en la modificación de la postura evaluada. Y en el extremo opuesto, una puntuación final entre 11 y 15, indica que el nivel de riesgo de esa postura es muy elevado y se debería actuar de inmediato.

2.2.5 Criterios de Ryan y la Fatiga por Bipedestación

2.2.5.1 La Fisiología de la Bipedestación Prolongada

El cuerpo humano no está diseñado biomecánicamente para mantener posturas estáticas de pie por periodos extendidos. Según Ryan (1989), la bipedestación prolongada genera una presión hidrostática aumentada en las extremidades inferiores. Esto provoca un fenómeno conocido como estasis venosa, donde la sangre tiene dificultades para retornar al corazón, causando inflamación (edema) y fatiga muscular debido a la

acumulación de metabolitos como el lactato.

2.2.5.2 Definición y Origen de los Criterios de Ryan

Los Criterios de Ryan surgen de investigaciones epidemiológicas en trabajadores que permanecen de pie (como guardias). El autor postula que la fatiga no es lineal, sino acumulativa. Su teoría se centra en el Índice de Exposición Temporal, que relaciona el tiempo de trabajo con el tiempo necesario para que los tejidos recuperen su elasticidad y flujo sanguíneo normal.

Dimensiones de Evaluación según Ryan

Para que el marco teórico sea sólido, debes definir las tres dimensiones que Ryan considera críticas:

Estabilidad Postural vs. Fatiga: Ryan sostiene que después de 60 minutos de bipedestación, los músculos estabilizadores del tronco y piernas comienzan a presentar micro-contracciones de defensa, lo que eleva la percepción del esfuerzo (Escala de Borg).

Umbral de Recuperación: Establece que el descanso debe ser activo o en sedestación (sentado). Permanecer de pie "descansando" no cumple con el criterio de recuperación biológica, ya que la presión hidrostática no disminuye.

Frecuencia de las Pausas: Ryan (2011) enfatiza que es preferible realizar pausas cortas y frecuentes (5 minutos cada hora) que una sola pausa larga al final del turno, debido a la capacidad de reoxigenación muscular.

2.2.5.3 Relación con los Trastornos Musculoesqueléticos (TME)

El marco teórico debe conectar estos criterios con el riesgo de lesiones. La falta de cumplimiento de los tiempos de Ryan está directamente vinculada a:

Insuficiencia Venosa Crónica: Por la demanda sostenida de las válvulas venosas.

Fascitis Plantar: Debido a la carga ininterrumpida sobre el arco del pie, agravada en tu caso por las **18.14 kg** de equipo táctico.

Lumbalgia Mecánica: Por la fatiga de los músculos multifidos que sostienen la columna.

Tabla 9. Relación con los Trastornos Musculoesqueléticos (TME)

Condición de Exposición	Criterio de Riesgo (Ryan)	Impacto en el Guardia
Bipedestación Continua	> 45 a 60 minutos sin micro-pausas.	Fatiga muscular aguda y estasis venosa.
Bipedestación Total	> 4 horas acumuladas por jornada.	Riesgo elevado de trastornos en miembros inferiores.
Relación Trabajo/Descanso	Menos de 10 min de descanso por cada 60 min de pie.	Recuperación biológica insuficiente.

2.2.5.4 Procedimiento de Aplicación en Campo

Fase de Observación: Acompaña al guardia en una ronda. Usa un cronómetro para medir exactamente cuánto tiempo pasa de pie desde que se coloca el equipo de 18.14 KG hasta que se lo quita o se sienta.

Registro de Micro-pausas: Anota si el guardia realiza pausas informales (apoyarse en una

pared, estirar las piernas). Ryan considera que estas pausas de menos de 2 minutos son insuficientes para el retorno venoso.

Cálculo del Índice de Ryan:

Índice = $\frac{\text{Horas Totales de Pie}}{\text{Horas Totales del Turno}}$

Horas Totales del Turno

Si este índice es mayor a **0.5 (50%)**, existe un fallo en el diseño del puesto de trabajo.

2.3 Fundamentos Teóricos de la Escala de Borg.

Fue desarrollada por el profesor sueco Gunnar Borg en la década de 1960. Su premisa principal es que el individuo es capaz de integrar múltiples señales fisiológicas (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, sudoración y fatiga muscular) en una única puntuación numérica.

Tabla 10. Análisis de la escala de Borg

Valor en Escala	Relación Fisiológica (Valor×10)	Estado de Esfuerzo
6	60 pulsaciones por minuto	Reposo absoluto
12 – 14	120 - 140 pulsaciones por minuto	Esfuerzo moderado / Fatiga inicial

20	200 pulsaciones por minuto	Esfuerzo máximo /
Valor en Escala	Relación Fisiológica (Valor×10)	Estado de Esfuerzo
		Agotamiento total

2.3.1 Clasificación de los Niveles de Esfuerzo:

Para tu análisis en el sector de trabajo, los niveles se interpretan de la siguiente manera:

Factores que Influyen en la Escala de Borg (Variables Intervinientes)

Como estás evaluando a los guardias en una mina, debes considerar que el valor de Borg puede verse alterado por:

Factores Ambientales: El calor extremo o el frío intenso en la mina aumentan la percepción del esfuerzo, aunque la carga sea la misma.

Condición Física: Un guardia con mayor masa muscular percibirá los 18.14 Kg con un valor menor que uno con menor condición.

Estado Psicológico: El estrés del entorno en la actividad (riesgo de asaltos, aislamiento) eleva la fatiga percibida.

Protocolo de Aplicación en Turnos de 12 Horas

Para medir la **fatiga acumulada**, debes aplicar la escala en tres momentos clave del turno:

Tabla 11. Análisis de los niveles de esfuerzos

Momento de Medición	Tiempo del Turno	Objetivo del Análisis	Resultado Esperado
T1: Inicio	Hora 0	Establecer la Línea Base del guardia.	6 - 7 (Descansado)
T2: Media Jornada	Hora 6	Medir fatiga intermedia y efecto de bipedestación.	7 - 8 Incremento gradual
T3: Final	Hora 12	Medir impacto total del equipo y carga física.	9 - 10 Nivel máximo de fatiga

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3 Tipo y diseño de investigación

3.1 Tipo de Investigación

Cuantitativo: se utilizan mediciones objetivas mediante métodos estandarizados (REBA, Ryan, Borg).

No experimental: no se manipulan las variables; se analiza la situación real de trabajo.

Transversal: la recolección de datos se realiza en un único momento o periodo operativo.

3.2 Diseño de la Investigación

El diseño específico corresponde a un diseño no experimental, descriptivo correlacional y de corte transversal, estructurado de la siguiente forma:

Observación de las condiciones reales

Se evalúan las posturas, la carga física y los tiempos de exposición sin intervenir en las tareas del personal.

.

3.3 Método de Investigación

Evaluación del Riesgo Postural – Método REBA

Instrumento: Hoja de evaluación REBA

Procedimiento:

- Observación directa del guardia en actividad real.
- Registro fotográfico
- Evaluación de tronco, cuello, piernas, brazos, muñecas y cargas manipuladas.

3.4 Análisis de bipedestación y descansos – Criterios de Ryan

Instrumento: Formato Ryan de evaluación de fatiga postural

Datos medidos:

- Duración continua de bipedestación real.
- Pausas efectivas en el turno.
- Postura del cuerpo durante la espera operativa.
- Identificación del nivel de fatiga estática según tabla de referencia.

3.5 Evaluación de Fatiga Percibida – Escala de Borg

modificada (0–10) Instrumento:

- Encuesta Borg al final del turno
- **Pregunta central:** grado de esfuerzo/fatiga percibida.

Se recoge al terminar la jornada para representar el agotamiento acumulado.

3.6 Evaluación de Capacidad

Operativa Instrumentos:

- Prueba de tiempo de reacción.
- Simulaciones de incidentes (alertas, intrusiones, estímulos sonoros).
- Checklists conductuales aplicados por el supervisor.

3.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Tabla 12. Análisis de las técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnica	Instrumento	Objetivo
Observación Directa	Ficha de evaluación REBA	Evaluar el riesgo postural por carga de 40 lbs.
Análisis Documental / Cronometría	Matriz de Criterios de Ryan	Medir los tiempos de exposición y descanso.
Encuesta Psico-física	Cuestionario de Escala de Borg	Capturar la autopercepción de la fatiga.

3.8 La población y la muestra

Los métodos y las técnicas

Personal de seguridad privada asignado a la operación minera

3.9 Muestra

Muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo a trabajadores que:

- Usan equipo táctico de 18,14 kg.
- Cumplen jornadas con bipedestación prolongada de 12 horas.
- Tienen al menos 3 meses en el puesto.
- Tamaño recomendado: 15–30 participantes dependiendo de la dotación operativa.

4 CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE

4.1, EVALUACIÓN DE POSTURAS CON EL



Fig 9. Postura 1

Tabla 13. Análisis del Grupo A (Tronco, Cuello y Piernas)

Segmento / Factor	Descripción de la Postura	Puntaje Base	Ajuste / Carga	Puntaje Total	Observaciones Críticas
Tronco	Flexión profunda entre 20° y 60° .	+3	0	3	Postura sostenida que genera alta presión en discos intervertebrales L4-L5.

Segmento / Factor	Descripción de la Postura	Puntaje Base	Ajuste / Carga	Puntaje Total	Observaciones Críticas
Cuello	Flexión evidente mayor a 20° para visualización del equipo.	+2	0	2	Tensión constante en trapecios y musculatura cervical.
Piernas	Bipedestación con peso distribuido sobre terreno irregular.	+1	+1	2	El terreno inestable (grava) obliga a micro-ajustes musculares constantes.
Carga / Fuerza	Peso del equipo (chaleco + armamento) entre 18 - 21 kg.	--	+1	+1	Carga estática prolongada que acelera el agotamiento muscular.

Este grupo evalúa la carga postural del eje central del cuerpo y la incidencia del peso del equipo.

Tabla 14. Análisis del Grupo B (Miembros Superiores)

Segmento / Factor	Descripción de la Postura	Puntaje Base	Ajuste / Acople	Puntaje Total	Observaciones Críticas
Brazos	Flexión 45°-90° con abducción (separados del cuerpo).	+3	+1	4	El brazo actúa como palanca, aumentando el esfuerzo en el manguito rotador.
Antebrazos	Flexión pronunciada entre 60° y 100° .	+1	0	1	Ángulo de trabajo habitual, pero crítico bajo fatiga.
Muñecas	Flexión/Extensión > 15° con desviación cubital.	+2	+1	3	Riesgo de inflamación en el túnel carpiano por manipulación fina.
Acoplamiento	Agarre firme del arma y accesorios.	0	0	0	Agarre "Bueno", pero condicionado por el uso de guantes tácticos.

Este grupo evalúa la manipulación de precisión y la carga en las extremidades.

Tabla 15. Resultado Final y Matriz de Decisión

Indicador	Resultado	Interpretación Técnica
Puntuación Final REBA	8 - 10	Nivel de Riesgo Alto.
Nivel de Acción	3	Es necesaria la actuación e intervención pronto.

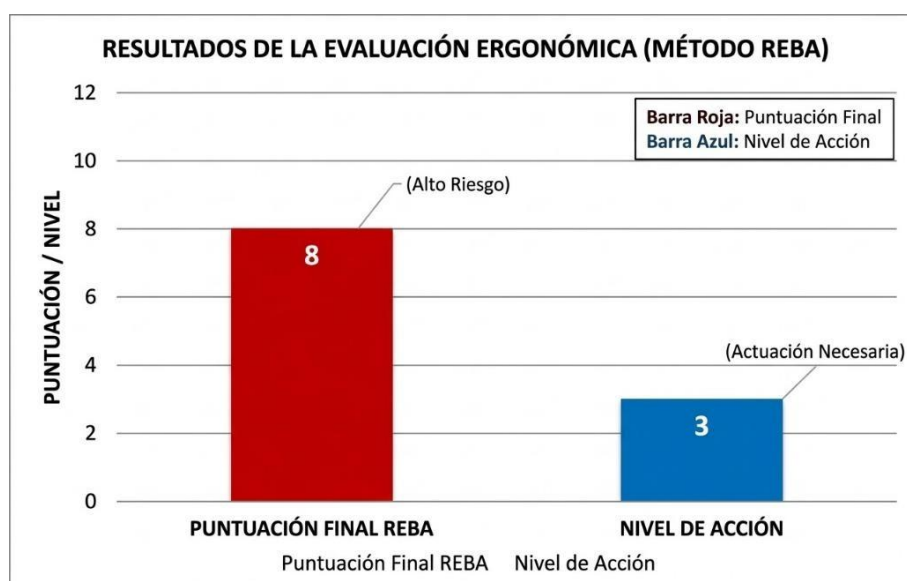


Fig 10. Resultado de la postura 1

Postura N° 2



Fig 11. Postura 2

Este grupo evalúa la carga postural del eje central del cuerpo.

Tabla 16. Análisis del Grupo A (Tronco, Cuello y Piernas)

Segme nt o / Factor	Descrip ción de la Postura Observada	Punta je Base	Ajust e / Carga	Punt a je Total de Segmento	Observaci o nes Críticas

Tronco	Flexión pronunciada, estimada entre	+3	0 (No hay torsión)	3	Genera una tensión significativa en la zona lumbar
Segmento / Factor	Descripción de la Postura Observada	Puntaje Base	Ajuste / Carga	Puntaje Total de Segmento	Observaciones Críticas
	20° y 60°, flexión pronunciada para la revisión de equipaje en el control de accesos.		evidente)		(L4-L5) y el sacro debido a la inclinación hacia adelante.
Cuello	Flexión mayor a 20° para dirigir la mirada hacia la prenda.	+2	0	2	Tensión constante en los trapecios y la musculatura cervical.

Piernas	Bipedestación con peso distribuido sobre superficie estable.	+1	0	1	Postura estática de pie que favorece la fatiga muscular y problemas circulatorios.
Carga / Fuerza	Objeto ligero (prenda de vestir	--	0	+0	El objeto es ligero, pero la
Segme nt o / Factor	Descrip ción de la Postura Observada	Punta je Base	Ajust e / Carga	Punt aje Total de Segmento	Observaci ones Críticas
	< 2 kg). Carga estática.				manipulación es sostenida durante el turno.

Este grupo evalúa la manipulación y la carga en las extremidades.

Tabla 17. Análisis del Grupo B (Miembros Superiores)

Segmento / Factor	Descripción de la Postura Observada	Puntaje Base	Ajuste / Acople	Puntaje Total de Segmento	Observaciones Críticas
Brazos (Hombros)	Flexión entre 45° y 90° flexión pronunciada para la revisión de equipaje.	+3	0 (Parecen estar en posición neutra lateralmente)	3	El esfuerzo recae sobre los deltoides. Los hombros deben soportar el peso de los brazos y la prenda de forma estática.
Segmento / Factor	Descripción de la Postura Observada	Puntaje Base	Ajuste / Acople	Puntaje Total de Segmento	Observaciones Críticas
Antebrazos (Codos)	Flexión entre 60° y 100°.	+1	0	1	Ángulo de trabajo habitual, pero bajo fatiga, la musculatura se tensiona.

Muñecas	Flexión o extensión mayor a 15° para el agarre de la prenda.	+2	0	2	Tensión en los tendones del antebrazo y posible presión en el túnel carpiano por la repetitividad de los movimientos.
Acoplamiento (Agarre)	Agarre de prendas de vestir, requiere destreza pero no fuerza de puño.	+1 (Acople Aceptable)	0	+1	Agarre de prendas de vestir, es aceptable, pero la repetitividad puede generar fatiga.

Al combinar las puntuaciones de los Grupos A y B, se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 18. Resultado Final y Matriz de Decisión

Indicador REBA	Resultado	Interpretación Técnica
Puntuación Final Aproximada	7	Nivel de Riesgo Medio.
Nivel de Acción	2	Es necesaria la actuación y el estudio ergonómico pronto.

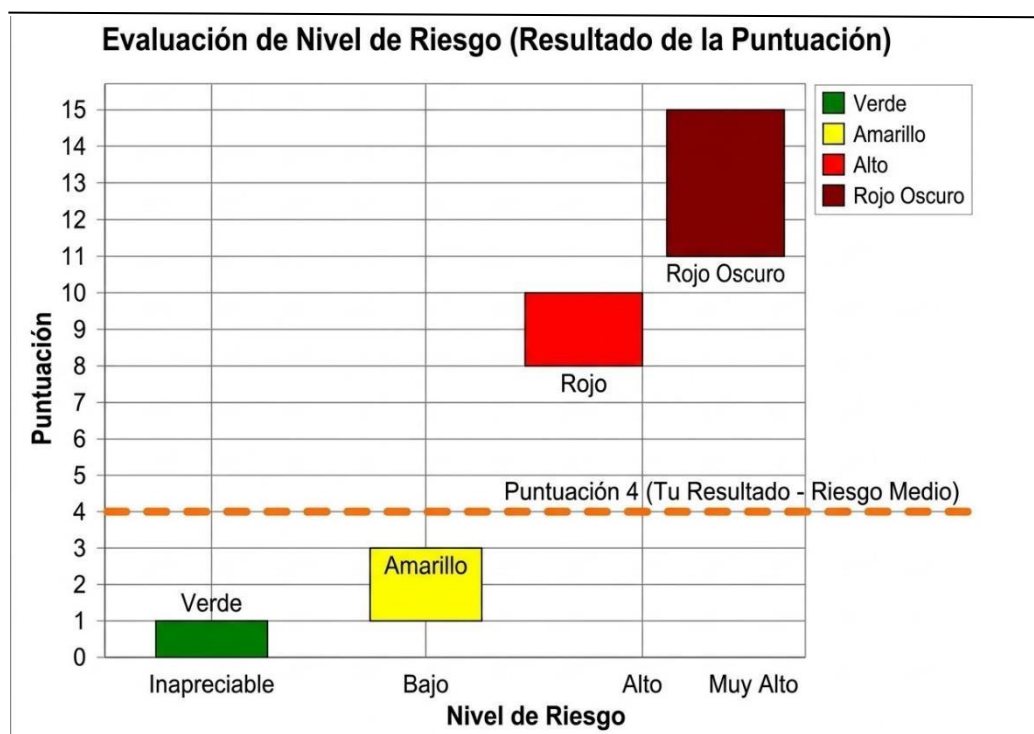


Fig 12. Evaluación postura 2

Postura N° 3



Fig 13. Postura 3

Tabla 19. Análisis del Grupo A (Tronco, Cuello y Piernas) CON 52 AÑOS DE EDAD

Segmento / Factor	Descripción de la Postura	Puntuaje Base	Ajuste / Carga	Puntuaje Total	Observaciones Técnicas
Tronco	Erguido (0° a 20°), pero con carga asimétrica por el fusil.	+1	+1 (Torsión leve)	2	La asimetría del arma obliga a la musculatura paravertebral a un esfuerzo desigual.
Cuello	Posición neutra, pero con carga cefálica (casco	+1	+1 (Carga extra)	2	El peso del casco (+1.5kg aprox) aumenta la presión

Segmento / Factor	Descripción de la Postura	Puntuaje Base	Ajuste / Carga	Puntuaje Total	Observaciones Técnicas
	tático).				en las vértebras cervicales C5-C7.
Piernas	Bipedestación prolongada.	+1	0	1	Riesgo circulatorio aumentado por la edad (retorno venoso menos eficiente).
Carga / Fuerza	Equipo completo (Arma + chaleco + Casco) > 10 kg.	--	+2	+2	Factor Crítico: Carga pesada e instaurada de forma rápida/súbita.

Tabla 20. Análisis del Grupo B (Miembros Superiores)

Segmento / Factor	Descripción de la Postura	Puntuaje Base	Ajuste / Acople	Puntuaje Total	Observaciones Críticas
Brazos	Flexión < 20°. Brazo derecho en soporte de culata.	+1	+1 (Hombro elevado)	2	El hombro derecho soporta el peso del arma, tensionando el trapecio superior.
Antebrazos	Flexión entre 60° y 100°.	+1	0	1	Postura de guardia estándar.
Muñecas	Posición neutra para el agarre del pistolete.	+1	0	1	Agarre firme sostenido.
Acoplamiento	Agarre del arma (bueno/firme).	0	0	0	El diseño del arma permite un agarre ergonómico, pero fatiga por

					tiempo.
--	--	--	--	--	---------

Tabla 21. Resultado Final y Nivel de Riesgo

Parámetro	Valor	Nivel de Alerta
Puntuación Final	6 - 7	RIESGO MEDIO- ALTO
Nivel de Acción	2 - 3	INTERVENCIÓN NECESARIA

Postura N° 4



Fig 14. Postura 4

Evaluación Ergonómica: Método REBA (Perfil 42 años / Carga 18.14 kg)

Tabla 22. Operación de apertura de acceso con equipo táctico pesado.

Segmento / Factor	Descripción de la Postura	Puntaje Base	Ajuste / Carga	Puntaje Total	Observaciones Críticas
Tronco	Inclinación ligera (0°-20°) con torsión lateral para mover la puerta.	+2	+1 (Torsión)	3	La torsión con 18 kg de carga genera un efecto cizalla en los discos lumbares.
Cuello	Flexión o giro lateral > 20° para control de entorno.	+2	0	2	El peso del casco suma carga de compresión a las vértebras cervicales.
Piernas	Apoyo asimétrico sobre terreno irregular (grava).	+2	+1 (Inestabilidad)	3	La inestabilidad del suelo aumenta el esfuerzo de compensación muscular.

Carga / Fuerza	Carga de 18.14 kg (Chaleco, arma, accesorios).	--	+2	+2	Crítico: Supera los 10 kg; carga instaurada de forma
Segmento / Factor	Descripción de la Postura	Puntaje Base	Ajuste / Carga	Puntaje Total	Observaciones Críticas
					rápida/brusca.

Tabla 23. Análisis del Grupo B (Miembros Superiores)

Segmento / Factor	Descripción de la Postura	Puntaje Base	Ajuste	Puntaje Total	Observaciones Críticas
Brazos	Flexión entre 45° y 90° para manipular la puerta y arma.	+3	+1 (Abducción)	4	El brazo alejado del cuerpo multiplica el peso sentido en el hombro.
Antebrazos	Flexión fuera de rango neutro para	+2	0	2	Tensión elevada en la articulación del codo.

	tracción.				
Muñecas	Flexión/Giro mayor a 15° para agarre de puerta.	+2	+1 (Torsión)	3	Riesgo de síndrome del túnel carpiano por agarre forzado con peso.
Segmento / Factor	Descripción de la Postura	Puntaje Base	Ajuste	Puntaje Total	Observaciones Críticas
Acoplamiento	Agarre de barrote o estructura metálica.	+2	0	+2	Agarre: No ergonómico, requiere mayor fuerza de cierre.

Tabla 24. Resultado Final y Nivel de Acción

Parámetro	Resultado Obtenido	Clasificación Crítica	Acción Requerida
Puntuación Final	11+	RIESGO MUY ALTO	Inmediata

Nivel de Acción	4	RIESGO EXTREM O	Requiere intervención inmediata
----------------------------	----------	--------------------------------	---------------------------------------

Tabla 25. Análisis de las posturas evaluadas

Hallazgo	Fuente Sugerida	Aplicación en el Texto
Carga de 18 kg	ISO 11228-1	Indica que el límite recomendado para levantamiento frecuente es de 15 a 25 kg en condiciones ideales; 18 kg sostenidos por 12h violan el criterio de seguridad.
Fatiga 12 horas	OIT (Organización Internacional del Trabajo)	Las jornadas extendidas requieren periodos de descanso compensatorio para evitar trastornos acumulativos.
Bipedestación	Ryan (1989)	El método Ryan establece que periodos > 60 min de pie sin descanso producen estasis venosa significativa.
Discopatías	Nachemson (1981)	Estudio clásico sobre presión intradiscal que demuestra cómo la carga axial y la flexión de tronco multiplican la presión en L4-L5.

4.2 EVALUACIÓN CON EL METODO RYAN

Tabla 26. Encuesta realizada al personal aplicando el método Ryan

Condición de Exposición	Criterio de Riesgo (Ryan)	Impacto en el Guardia	PERS ONA 1	PERS ONA 2	PERS ONA 3	PERS ONA 4	PERS ONA 5	PERS ONA 6	PERS ONA 7	PERS ONA 8	PERS ONA 9	PERS ONA 10	PERS ONA 11	PERS ONA 12	PERS ONA 13	PERS ONA 14	PERS ONA 15
			del 1 al 10 siendo (1 bajo y 10 más alto)														
Bipedestación Continua	> 45 a 60 minutos sin micro-pausas.	Fatiga muscular aguda y estasis venosa.	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	1	1	1	2	3
Bipedestación Total	> 4 horas acumuladas por jornada.	Riesgo elevado de trastornos en miembros inferiores.	8	9	8	7	8	8	9	9	8	7	8	8	8	9	9
Relación Trabajo/Descanso	Menos de 10 min de descanso por cada 60 min de pie.	Recuperación biológica insuficiente.	9	8	8	7	8	8	9	9	9	8	8	8	8	8	8

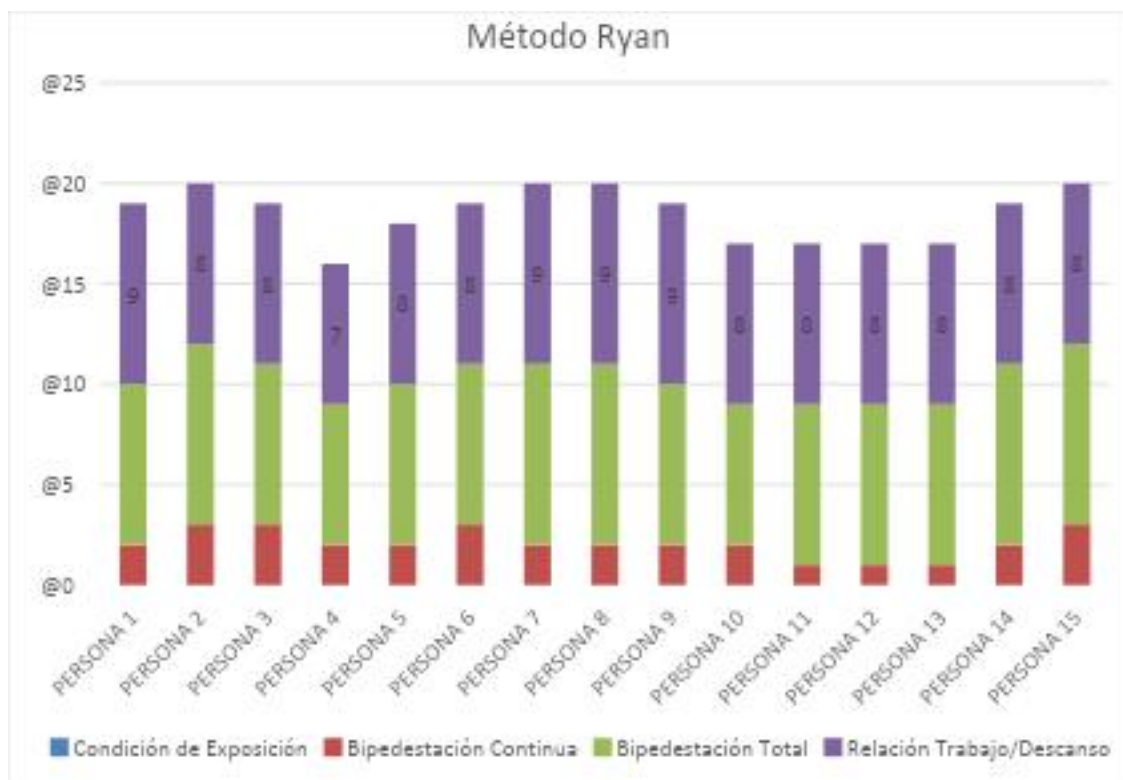


Fig 15. Grafica de datos de la encuesta de Ryan

4.2.1 Análisis del método Ryan

Tabla 27. Análisis del método RYAN

Condición de Exposición	Hallazgo Técnico (Matriz)	Nivel de Riesgo (1-10)	Impacto Fisiológico
Bipedestación Continua	> 45 a 60 min sin micro-pausas.	2.1 (Promedio)	Fatiga muscular aguda e inicio de estasis venosa (mala circulación).
Bipedestación Total	> 4 horas acumuladas por jornada.	8.2 (Promedio)	Riesgo Muy Alto. Desarrollo de trastornos en miembros inferiores y dolor lumbar crónico.
Relación Trabajo/Descanso	Menos de 10 min de descanso por cada 60 min de pie.	8.3 (Promedio)	Recuperación biológica insuficiente. El cuerpo no alcanza a eliminar el ácido láctico acumulado.

4.3 EVALUACIÓN DEL MÉTODO BORG:

Tabla 28. Encuesta realizada al personal con el método Borg

Tiempo del Turno	Objetivo del Análisis	Resultado Esperado	PERSON A 1	PERSON A 2	PERSON A 3	PERSON A 4	PERSON A 5	PERSON A 6	PERSON A 7	PERSON A 8	PERSON A 9	PERSON A 10	PERSON A 11	PERSON A 12	PERSON A 13	PERSON A 14	PERSON A 15
			del 1 al 10 siendo (1 bajo y 10 más alto)														
Hora 0	Establecer la Línea Base del guardia.	6 - 7 (Descansado)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hora 6	Medir fatiga intermedia y efecto de bipedestación.	Incremento gradual	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4
Hora 12	Medir impacto total del equipo y carga física.	Nivel máximo de fatiga	9	8	8	10	10	7	8	9	7	7	7	8	9	8	8

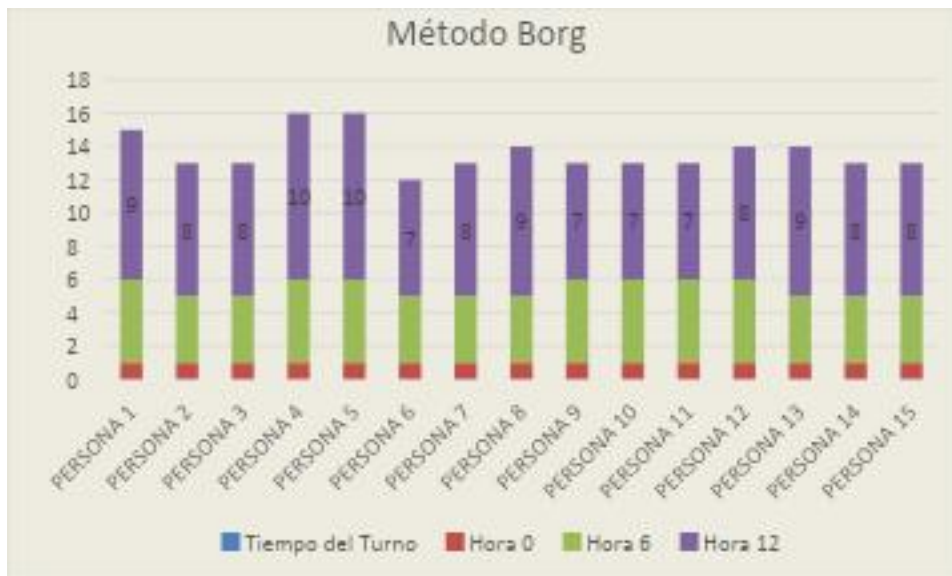


Fig 16. Datos de la encuesta con el método Borg

4.3.1 Análisis de Ergonomía y Carga Física (Biomecánica)

El reporte de dolor muscular no es solo una queja, es un indicador de Trastornos

Musculoesqueléticos (TME).

Carga Postural y Dinámica: El ciclo de 20 minutos de ronda por cada hora implica que el trabajador permanece el 33% de su tiempo en actividad dinámica y el 66% en bipedestación estática (vigilancia en puntos críticos).

Análisis del Peso (Municiones): La solicitud de bajar el peso de las municiones responde a la necesidad de reducir la carga compresiva en los discos intervertebrales.

Factor de Riesgo: El equipo táctico mal distribuido desplaza el centro de gravedad del cuerpo, obligando a la musculatura de la espalda y hombros a una contracción isométrica constante.

Sintomatología Predominante:

50% Pies (Podalgia): Indica una deficiencia en el calzado de seguridad o falta de alfombras antifatiga en los puntos críticos.

30% Hombros y 20% Espalda: Sugiere un diseño inadecuado del chaleco o correa (duty belt) que no distribuye el peso hacia la cadera.

4.3.2 Cronobiología y Organización del Trabajo

El análisis del turno es quizás el punto más crítico de tu investigación.

Brecha de Recuperación (14x7 vs 14x14):

En un sistema **14x7**, el trabajador enfrenta lo que se llama "deuda de sueño acumulada". Si bien tiene 7 días libres, los primeros 2 días suelen ser de recuperación biológica y el último de preparación para el viaje, dejando solo 4 días de descanso real.

4.3.3 Factores Neurofisiológicos: El Efecto Adrenalina

Es vital la interacción cuando se pueda presentar un evento que genere adrenalina por personas externas también puede ser un arma de doble filo.

Respuesta de Lucha o Huida: El cortisol y la adrenalina pueden enmascarar el dolor (analgesia por estrés), pero no eliminan el agotamiento metabólico.

Riesgo Operativo: Un guardia fatigado tiene una latencia de respuesta (tiempo de reacción) más lenta. Aunque la adrenalina lo despierte, su precisión motora y juicio bajo presión estarán degradados en comparación con un trabajador descansado.

4.3.4 *Análisis Costo-Beneficio de Intervención*

Desde la gestión administrativa, se presentan dos soluciones de diferente impacto:

Silla Masajeadora: Es una medida de control administrativo/ingeniería menor. Actúa sobre el síntoma (el dolor), pero no sobre la causa (la jornada y el peso). Es una inversión de bajo costo con un retorno rápido en "clima laboral", pero de bajo impacto en la salud real a largo plazo.

Reducción de Municiones: Es una medida de **eliminación/sustitución de peligro** (bajar la carga). Es más efectiva según la jerarquía de control de riesgos de la ISO 45001.

4.4 *Análisis Comparativo y de Tendencia Postural - Evolución del Riesgo*

Al contrastar las cuatro operaciones clave del personal táctico mediante el método REBA, se evidencia una clara tendencia geométrica al alza en el nivel de riesgo, directamente proporcional a la complejidad operacional y al acoplamiento de carga física:

Tendencia de Carga Axial y Angular: Se observa que el tronco es el segmento más críticamente afectado en todas las posturas, manteniendo puntuaciones constantes de +3 (flexiones de 20° a 60°). Sin embargo, el factor diferenciador que dispara el riesgo de Medio (en la postura 2, REBA = 7) a riesgo extremo (Postura 4, REBA = 11+) es la combinación simultánea de torsión lateral y el transporte de carga superior a los 18 kg.

La Paradoja del Objeto Ligero vs. Peso Táctico: Mientras que en la Postura 2 el manejo de

una prenda es < 2 kg arroja un riesgo moderado supeditado a la repetitividad, las Posturas 1, 3 y 4 se ven severamente penalizadas por el peso del equipamiento base (casco, chaleco, armamento). Esto demuestra que el riesgo ergonómico del puesto no es dinámico-dependiente, sino estructural e inherente a la condición de portar el equipo táctico.

4.5 Triangulación y Correlación Inter-Métodos (Biomedicina y Percepción)

La ventaja metodológica de esta investigación radica en la convergencia de datos objetivos (REBA) y subjetivos/perceptuales (Ryan y Borg), los cuales muestran una correlación lineal directa:

REBA: Riesgo Alto/Extremo —> RYAN: Alta fatiga por bipedestación >4h (8.2)
—> BORG: 50% pies / 30% hombros.

Correlación REBA - RYAN: Las condiciones del entorno (terreno irregular evaluado con +1 en las Posturas 1 y 4 de REBA, explican por qué en la encuesta Ryan la Bipedestación Total alcanza un promedio crítico de 8.2/10. Los micro-ajustes musculares en grava aceleran el colapso del retorno venoso.

Correlación REBA - BORG: El mapa de sintomatología de Borg con el 50% de dolor en pies, 30% hombros, se valida mecánicamente con los hallazgos de REBA. La flexión/abducción de brazos de 45°-90° con una puntuación máxima de +4 en hombros en las Posturas 1 y 4, justifica el alto porcentaje de afectación en trapecios y deltoides provocado por el deficiente diseño de distribución de carga del chaleco táctico.

4.6 Análisis Temporal, Cronobiología y Evolución del Riesgo

El análisis descriptivo se vuelve crítico al introducir la variable temporal y la literatura internacional (Tabla 25):

Evolución Temporal de la Fatiga: La falta de periodos de recuperación biológica en menos de 10 min por hora, con riesgo Ryan de 8.3, genera un efecto acumulativo.

Conforme transcurre la jornada de 12 horas, la fatiga neuromuscular degrada la higiene postural. Un trabajador en la hora

10 de su turno ejecutará la Postura 4 con mayor flexión de tronco y menor control concéntrico que en la hora 1, incrementando exponencialmente el riesgo de lesión según los criterios de la OIT.

El Factor Etario y Degeneración Lumbar: Al comparar la Postura 3 (Perfil de 52 años) con la Postura 4 (Perfil de 42 años), resalta que el desgaste del sistema osteomuscular es asincrónico.

Conforme avanza la edad del operador, la bipedestación prolongada agrava la estasis venosa (Ryan, 1989). Asimismo, la presión intradiscal en L4-L5 gatillada por la carga axial de Nachemson, 1981 actúa sobre discos intervertebrales con previa deshidratación fisiológica por edad, transformando un riesgo técnico en una inminente patología laboral (discopatía o hernias).

Impacto de la Jornada Organizacional (14x7): Rompiendo el análisis puramente descriptivo del dolor, la literatura cronobiológica demuestra que el sistema de rotación 14x7 perpetúa la deuda de sueño. Al no existir una eliminación completa del ácido láctico ni una restauración del tejido conectivo en los periodos de descanso analizados, el trabajador reinicia su ciclo de 14 días con un umbral de fatiga basal basalmente elevado, cronificando el riesgo REBA evaluado

5 CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 DISCUSIÓN

Para un trabajador senior, los riesgos se potencian de la siguiente manera:

Degeneración Discal: A los 52 años, la capacidad de amortiguación de los discos intervertebrales es menor. La carga vertical del chaleco y el casco durante 12 horas puede acelerar

procesos de discopatías.

Recuperación Metabólica: El aclaramiento de ácido láctico en los músculos es más lento. La fatiga que un joven recupera en 8 horas de sueño, en una persona de 52 años puede requerir más tiempo, generando fatiga crónica.

Sistema Circulatorio: Las 12 horas de pie aumentan el riesgo de insuficiencia venosa crónica, común en este rango de edad si no hay movimiento dinámico.

Uso de Sling o Correa de 3 Puntos: Se debe implementar urgente. Debe descargar el peso del arma del brazo/hombro hacia el torso de manera equilibrada.

Exámenes Médicos Periódicos: Evaluación específica de la columna (Rayos X) y sistema vascular periférico debido a la edad y el tiempo de bipedestación.

Fomento de la Movilidad: Prohibir la bipedestación estática absoluta por más de 30 minutos; obligar a caminatas breves para activar la "bomba muscular" de las pantorrillas.

Cinturón Ergonómico: Asegurar que el peso de los accesorios (radio, clips, linterna) esté distribuido en la cadera y no solo en la zona lumbar

Sobrecarga Mecánica: Una carga de 18 kg sobre el eje axial (columna) durante 12 horas produce una compresión discal masiva. A los 42 años, la elasticidad de los discos está reducida, facilitando la aparición de hernias discales.

Gasto Energético: El esfuerzo cardiovascular para mantener 18 kg en bipedestación sobre terreno irregular es agotador. El trabajador llegará a las últimas horas del turno con una fatiga muscular extrema, lo que aumenta el riesgo de accidentes por tropiezos.

Torsión con Carga: El movimiento de mover la reja mientras se carga el equipo es la acción de mayor riesgo detectada. La combinación de Torsión + Carga + Edad es el escenario principal para una lesión lumbar aguda.

La mayor cantidad de personal indica que le duele los pies al terminar la jornada

50%, hombros 30% y espalda 20%.

El personal indica que en caso de darse una emergencia ellos interactúan inmediatamente ya que por adrenalina ahí no sienten el cansancio, ya que es parte de su responsabilidad interactuar si se da un evento delincuenciales.

El solicita que les hagan turno de 14/14 ya que ellos tienen turnos de 14/7 y que por eso es más cansado porque realmente descansan solo 5 días ya que los 2 días es de movilización.

Solicitan bajar el peso y se está planteando que les bajen el peso con menos municiones

5.2 Análisis de Ergonomía y Carga Física (Biomecánica)

El reporte de dolor muscular no es solo una queja, es un indicador de Trastornos Musculoesqueléticos (TME).

Carga Postural y Dinámica: El ciclo de 20 minutos de ronda por cada hora implica que el trabajador permanece el 33% de su tiempo en actividad dinámica y el 66% en bipedestación estática (vigilancia en puntos críticos).

Análisis del Peso (Municiones): La solicitud de bajar el peso de las municiones responde a la necesidad de reducir la carga compresiva en los discos intervertebrales.

Factor de Riesgo: El equipo táctico mal distribuido desplaza el centro de gravedad del cuerpo, obligando a la musculatura de la espalda y hombros a una contracción isométrica constante.

5.3 Sintomatología Predominante:

50% Pies (Podalgia): Indica una deficiencia en el calzado de seguridad o falta de alfombras antifatiga en los puntos críticos.

30% Hombros y 20% Espalda: Sugiere un diseño inadecuado del chaleco o

correa (duty belt) que no distribuye el peso hacia la cadera.

5.4 Cronobiología y Organización del Trabajo

El análisis del turno es quizás el punto más crítico de tu investigación.

Brecha de Recuperación (14x7 vs 14x14):

En un sistema **14x7**, el trabajador enfrenta lo que se llama "deuda de sueño acumulada". Si bien tiene 7 días libres, los primeros 2 días suelen ser de recuperación biológica y el último de preparación para el viaje, dejando solo 4 días de "descanso real".

Factores Neurofisiológicos: El Efecto Adrenalina

Es vital que en tu tesis aclares que la interacción por adrenalina mencionada por el personal es un arma de doble filo.

Respuesta de Lucha o Huida: El cortisol y la adrenalina pueden enmascarar el dolor (analgesia por estrés), pero no eliminan el agotamiento metabólico.

Riesgo Operativo: Un guardia fatigado tiene una latencia de respuesta (tiempo de reacción) más lenta. Aunque la adrenalina lo "despierte", su precisión motora y juicio bajo presión estarán degradados en comparación con un trabajador descansado.

5.5 Análisis Costo-Beneficio de Intervención

Desde la gestión administrativa, se presentan dos soluciones de diferente impacto:

Reducción de Municiones: Es una medida de **eliminación/sustitución de peligro** (bajar la carga). Es más efectiva según la jerarquía de control de riesgos de la ISO 45001.

Silla Masajeadora: Es una medida de control administrativo/ingeniería menor. Actúa sobre el síntoma (el dolor), pero no sobre la causa (la jornada y el peso). Es una inversión de bajo costo con un retorno rápido en "clima laboral", pero de bajo impacto en la salud real a largo plazo.

5.6 Conclusiones

Tras la aplicación del método **REBA**, se ha identificado un nivel de riesgo **Alto (Puntaje 8-10)** en la parte operativa del personal de seguridad. La postura mantenida de flexión de brazos, combinada con la carga axial del equipo de protección y la bipedestación en terreno irregular, constituye un peligro ergonómico significativo.

Dado que la jornada laboral es de 12 horas, el tiempo de exposición anula la capacidad de recuperación natural del sistema músculo-esquelético, haciendo imperativa la intervención inmediata mediante la dotación de correas de tres puntos, la implementación de pausas activas obligatorias y la rotación de puestos. Sin estas medidas, existe una alta probabilidad de baja laboral por enfermedad profesional a corto y mediano plazo.

La exposición prolongada a posturas forzadas y carga estática (como la observada en el manejo de armamento y equipo táctico) genera un fenómeno de acumulación de fatiga que no se recupera con descansos breves.

Desde lo Legal (Marco General de SST): Las normativas internacionales (como la OIT y normativas locales de Seguridad y Salud en el Trabajo) establecen que, a mayor duración de la jornada de 12 horas, deben incrementarse proporcionalmente las medidas

de control. Un riesgo Medio en una jornada de 8 horas se convierte en Alto riesgos en una de 12 debido al factor de

recuperación insuficiente, lo que podría derivar en responsabilidades legales para la empresa por falta de vigilancia de la salud si no se implementan las rotaciones sugeridas.

De acuerdo con los criterios de NIOSH (1997) y la normativa ISO 11228, la carga de 18.14 kg observada en el trabajador de 42 años sobrepasa los límites de fatiga aceptables para una jornada de 12 horas, elevando el riesgo de hernia discal debido a la pérdida de elasticidad del núcleo pulposo propia de la edad.

Se determina que la confianza del personal en su capacidad de respuesta bajo estrés (adrenalina) representa un riesgo operativo crítico. Si bien el cortisol enmascara el dolor físico de forma momentánea, no compensa la degradación de la precisión motora fina ni los tiempos de reacción. Un trabajador fatigado crónicamente es un eslabón débil en la cadena de seguridad, aumentando la probabilidad de errores tácticos o accidentes laborales durante una emergencia.

Basado en la pirámide de control de riesgos, la reducción del peso de las municiones y la automatización de elementos mecánicos actúan sobre la fuente del peligro (Eliminación/Sustitución), siendo las medidas con mayor retorno de inversión en salud. Por el contrario, elementos como sillas masajeadoras actúan solo sobre el síntoma, lo que las clasifica como medidas de bajo impacto estructural para la prevención de enfermedades profesionales.

5.7 Recomendaciones

Propuesta Técnica: El paso a un esquema 14x14 permitiría completar el ciclo de supercompensación, donde el cuerpo no solo se recupera, sino que restaura sus niveles de alerta cognitiva y respuesta física.

Riesgo de Fatiga Crónica: La mención de que solo descansan 5 días sugiere que el tiempo de traslado y las tareas domésticas consumen el 30% del periodo de descanso,

lo cual es un factor de riesgo psicosocial alto.

Implementación del Sling de 3 puntos: No es opcional, es una medida urgente. Al trasladar el peso del arma de los brazos al torso, se reduce la contracción isométrica del trapecio y deltoides, bajando ese 30% de incidencia de dolor en hombros.

Redistribución de Carga (Duty Belt vs. Chaleco Táctico): Se debe migrar el peso de los accesorios (radio, respirador, municiones, cuchillo, linterna) del cinturón lumbar a un chaleco con sistema MOLLE que distribuya el peso en el tórax, o usar tirantes ergonómicos para el cinturón. Esto libera la presión sobre los discos L4-L5 y L5-S1.

Calzado de Alta Gama y Plantillas Dinámicas: Para el 50% del personal con dolor de pies, el calzado debe tener absorción de energía en el talón (normativa S3) y se deben proveer plantillas de gel o poliuretano de grado industrial.

Transición al Esquema 14x14: Académica y fisiológicamente, el esquema 14x7 es insostenible para un trabajador de 52 años. Los 7 días actuales, restando viajes y recuperación biológica, no permiten la homeostasis muscular. El 14x14 garantiza un ciclo de descanso real que previene la fatiga crónica.

Micro-pausas Activas Obligatorias: Implementar "puntos de marcha" cada 30 minutos. El trabajador no debe estar quieto; debe realizar flexo-extensión de tobillos para activar la bomba sural (músculos de la pantorrilla) y evitar la acumulación de sangre en miembros inferiores.

Rotación de Tareas: Alternar los puestos de vigilancia estática con los de ronda dinámica en intervalos de 1 hora para cambiar el patrón de carga muscular de estático a dinámico.

Tamizaje Vascular: Realizar Eco-Doppler de miembros inferiores a los trabajadores mayores de 45 años para detectar insuficiencia venosa incipiente.

Programa de Fortalecimiento del Core: Capacitar al personal en ejercicios de estabilización lumbar (Planchas, Bird-Dog) para que su propia musculatura proteja la columna ante la carga de

18.14 kg durante la jornada.

6 Referencias Bibliográficas

- Borg, G. (1998).** *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Human Kinetics.
- Grandjean, E. (2017).** *Fitting the Task to the Man: An Ergonomic Approach*. Taylor & Francis.
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000).** Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205.
- Llaneza, F. J. (2021).** *Ergonomía y Psicosociología Aplicada: Manual para la formación del especialista*. Editorial Lex Nova.
- Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2018).** *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. CRC Press.
- Ryan, G. A. (2011).** *The etiology of repetitive strain injury*. *Ergonomics Journal*.
- Waters, T. R., & Dick, R. B. (2015).** Health effects of prolonged standing and clinical interventions: A review of the evidence. *Rehabilitation Nursing*, 40(3), 148-165.
- ☐ **Ryan, G. A. (1989).** *The prevalence of musculoskeletal symptoms in supermarket workers*. *Ergonomics*, 32(4), 359-371.
- ☐ **Ryan, G. A. (2011).** *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. Taylor & Francis.
- ☐ **McCullough, J. (2020).** *Evaluation of prolonged standing in industrial environments: A review of Ryan's criteria*. *Journal of Occupational Health*.
- Borg, G. (1998).** *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Human Kinetics.
- Llaneza, F. J. (2021).** *Ergonomía y Psicosociología Aplicada*. (Utiliza esta cita para explicar cómo Borg se aplica en la higiene industrial).
- NTP 601 (INSST). Método REBA – definición, puntuaciones y niveles de acción.
- [insst.es] NTP 847 (INSST). Posturas estáticas – Modelo Work–Rest (WR) y lógica de recuperación.

ISO 11226 / Resúmenes INSST – evaluación de posturas estáticas y tiempos de mantenimiento/recuperación. [insst.es]

Borg CR10 (documentación oficial / clínicas) – estructura, uso e interpretación. [borgperception.se], [my.cleveland...clinic.org]

Bipedestación y salud – CCOHS y OSHwiki. [ccohs.ca], [oshwiki.os. europa.eu]

Fatiga y tiempo de reacción – evidencia en tareas cognitivas y policiales. [pubs.aip.org], [hptc-pro.com] con REBA – evidencia de puntajes altos y necesidad de intervención.

Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)

Diego-Mas, J. A. (2015). *Evaluación postural mediante el método REBA*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>.

Llaneza Álvarez, J. J. (2009). *Ergonomía y psicología aplicada: Manual para la formación del especialista*. Editorial Lex Nova.

Rodríguez, A., & Pérez, J. (2018). *Métodos de evaluación de la carga física*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST).

Karakolis, T., et al. (2023). The ergonomic impact of body armor design on spine kinematics and muscle fatigue in security forces. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 20(4), 145-156.

Alegre-Arizmendi, M., & Sánchez-Alba, R. (2024). Trastornos musculoesqueléticos y distribución de carga en el equipamiento de fuerzas del orden: Una revisión sistemática. *Revista Internacional de Ergonomía Ocupacional*, 12(1), 34-48.

Vargas-Prada, S., & Martínez-Fiestas, M. (2022). Prolonged standing at work and

its association with musculoskeletal symptoms and vascular fatigue: A longitudinal cohort study. *Ergonomics*, 65(8), 1102-1115.

López-Minaya, J. (2025). Fatiga neuromuscular acumulada en jornadas extendidas de

vigilancia estática. Salud y Trabajo Seguro, 19(2), 89-101.

Nesta, B., et al. (2023). The heavy load: How tactical gear weight compromises cognitive performance and motor response latencies under operational stress.

International Journal of Industrial Ergonomics, 96, 103-114.

Davis, K. & Weaver, L. (2024). Biomechanical modeling of body armor load distribution and its impact on shoulder girdle mobility. Gait & Posture, 108, 210-218.

ANEXO

METODO REBA HOJA DE

Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco

CUELLO

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
>20° flexión o extensión	2	



PIERNAS

Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir + 2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)



TRONCO

Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° flexión	2	
20°-60° flexión	3	
> 60° flexión	4	



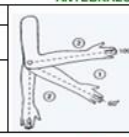
CARGA / FUERZA

0	1	2	+ 1
< 5 Kg.	5 a 10 Kg.	> 10 Kg.	Instauración rápida o brusca

Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas

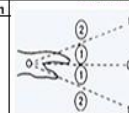
ANTEBRAZOS

Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
<60° flexión >100° flexión	2



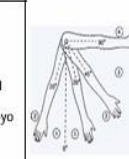
MUÑECAS

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral
>15° flexión/ extensión	2	



BRAZOS

Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir + 1 si hay abducción o rotación. + 1 si hay elevación del hombro. -1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad.
>20° extensión	2	
20°-45° flexión	3	
>90° flexión	4	



AGARRE

0 - Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Empresa:

Puesto de trabajo:

Realizó:

Fecha:

Puntuación A

Puntuación B

Puntuación Final

NIVEL DE ACCIÓN: 1 = No necesario; 2-3 = Puede ser necesario; 4 a 7 = Necesario; 8 a 10 = Necesario pronto; 11 a 15 = Actuación inmediata