

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

“VALORACIÓN ERGONÓMICA PARA LA REDUCCIÓN DEL ÍNDICE DE ENFERMEDADES PROFESIONALES, EN LOS TALLERES MECÁNICOS DEL BLOQUE 15 – EPF DEL CONSORCIO AZUL.”

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Contextualización

Recientemente en la búsqueda por mejorar los sistemas de seguridad y salud, y con el deseo de incrementar la productividad de sus operaciones, muchos empresarios a nivel mundial han invertido en sistemas de valoración ergonómica, para mejorar el ambiente de trabajo que es la interacción de todas aquellas condiciones y objetos que rodean el lugar y el momento en el cual el trabajador ejecuta su labor.

Las grandes empresas a nivel mundial de diferentes área productivas, han tomado esta clase de estudio como parte de la elaboración cotidiana del trabajo, dándose cuenta lo importante de la adaptación del trabajo al hombre y no viceversa.

La valoración ergonómica como un campo de conocimiento novedoso que interviene en la producción, es relativamente nuevo en nuestro país, ya sea por el poco conocimiento de esta y su aplicación, pero ha venido desarrollándose y aplicándose en algunas empresas grandes cuyo corporativo está fuera de nuestro país.

En empresas netamente nacionales la valoración ergonómica está muy por debajo de los estándares, existiendo una gran necesidad de incorporar estos criterios en las actividades por parte de los profesionales, ya que en el mundo moderno existe un conjunto de patologías que pueden ser desencadenadas o agravadas por el trabajo. En estos casos, los tratamientos no son efectivos si no se corrigen las causas que los generan.

Dentro de los talleres mecánicos del Bloque 15 - EPF del Consorcio Azul, no existe un estudio general de valoración ergonómica para prevención de enfermedades profesionales, aquí se limita su objetivo a las técnicas de prevención directas de la lesión física, por lo que se quiere abordar el tema desde criterios de calidad y prevención, mediante la mejora de las condiciones de trabajo utilizando para ello la valoración ergonómica como instrumento para consecución de tal fin.

1.2.2. Análisis Crítico

En los talleres mecánicos del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul no se han elaborado proyectos de intervención ergonómica por falta de inversión en la introducción de ciertas tecnologías o maquinaria de apoyo en los puestos de trabajo.

La falta de la cultura preventiva de los trabajadores dentro de la empresa resulta preocupante y es uno de los principales factores que dificultan la motivación a los dirigentes para que otorguen los recursos necesarios y realizar algún proyecto de mejoras basado en la comprensión de la valoración ergonómica.

La falta de la valoración ergonómica dentro de los talleres mecánicos del Bloque 15 – EPF de la Corporación Del Consorcio Azul repercute de manera directa y negativa en la rentabilidad de la empresa ocasionando que los trabajadores sean menos productivos.

Esto ocasiona a su vez un deterioro en la calidad de vida laboral, aumentando el ausentismo de los trabajadores, disminuyendo la productividad y la calidad del producto de la empresa, incurriendo en el crecimiento del índice de enfermedades profesionales, por lo que la empresa deberá indemnizar a cada trabajador que presente este problema, lo que representa pérdidas para la misma.

1.2.3. Prognosis

Al no realizar una valoración ergonómica dentro de los talleres mecánicos del bloque 15 - EPF del Consorcio Azul, los trabajadores bajo el estrés laboral, asociados al trabajo repetitivo y posturas inadecuadas sufrirán de un aumento en el índice de enfermedades profesionales, ocasionando que la empresa sufra pérdidas económicas al desembolsar indemnizaciones, y pérdidas en la producción al sufrir ausentismo laboral.

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo incide la valoración ergonómica para reducir el índice de enfermedades profesionales en las actividades desarrolladas dentro de los talleres de mecánicos del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul?

1.4. Preguntas Directrices

- 1.4.1.** ¿Cuáles son los movimientos repetitivos, y posturas forzadas de los obreros en los talleres mecánicos del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul?
- 1.4.2.** ¿Cuáles son las enfermedades profesionales más frecuentes en los talleres mecánicos del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul?
- 1.4.3.** ¿Qué alternativas de trabajo se pueden dar en los talleres mecánicos del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul, para la disminución del índice enfermedades profesionales?

1.5. Delimitación del Problema

La valoración ergonómica se realizará en los talleres mecánicos del Consorcio Azul en el EPF, dentro del bloque 15 ubicado en la Provincia de Orellana. El

tiempo previsto para realizar este trabajo será de doce meses iniciando en el mes de octubre del 2010, concluyendo en octubre del siguiente año.

1.6. Justificación

A medida que la industria crece con el desarrollo tecnológico el sistema hombre-máquina ha evolucionado en forma paralela, modificando la manera de producir e introduciendo nuevos desafíos en pos de la seguridad de las personas. Al crearse nuevas máquinas o procedimientos aparecen nuevos riesgos que antes no se conocían por lo que es imperativo establecer normas para prevenir al trabajador del daño, lesión o enfermedad que podría sufrir de no cumplirlas.

La valoración ergonómica tiempo atrás se consideraba como un lujo dentro de las empresas industriales, sin embargo el presente trabajo tiene como finalidad demostrar su actual importancia, dando a conocer su búsqueda de diseñar o adaptar el trabajo al trabajador y no forzar al mismo acoplarse al ambiente laboral.

Como aspecto particular de la vida humana, el ambiente del trabajo refleja las condiciones en las cuales el trabajador debe desempeñar su oficio en una empresa y su ocupación específica en su puesto de trabajo, por lo que es de vital importancia una adecuada planificación del ambiente laboral para disminuir la carga de trabajo, eliminar el riesgo de aparición de enfermedades profesionales en el futuro.

Mediante este trabajo se investigará los métodos de valoración ergonómica más efectivos para establecer las condiciones reales de los obreros del taller mecánico del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul, para prevenir, entre otros daños y lesiones, desordenes músculo esqueléticos, que se van desarrollando gradualmente y que generan condiciones anormales o enfermedades físicas, que producen pérdidas al trabajador y al empleador.

La valoración ergonómica dentro de los talleres mecánicos del Bloque 15 - EPF del Consorcio Azul es factible de realizar porque se considera que está muy

ligada a los riesgos que todo trabajador está sometido, además de la carga de trabajo que debe asimilar, y así generar menos fatiga o cansancio al cuerpo.

Se debe destacar que la aplicación de la valoración ergonómica traerá beneficios tanto al obrero disminuyendo sus dolencias y enfermedades profesionales con condiciones laborales más saludables y seguras, como al empleador, aumentando la productividad y calidad en sus productos, disminuyendo costos y ausentismo de sus trabajadores, así como al investigador permitiéndole adquirir mayor experiencia en el área de valoración ergonómica.

1.7. Objetivos de la Investigación

1.7.1. Objetivo General

Realizar una valoración ergonómica para la reducción del índice de enfermedades profesionales, en los talleres mecánicos del bloque 15 – EPF del Consorcio Azul.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Analizar movimientos repetitivos, y posturas forzadas de los obreros de los talleres de mantenimiento mecánico del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul
- Realizar un estudio sobre las enfermedades profesionales de alto índice de frecuencia en los talleres mecánicos del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul
- Desarrollar alternativas y recomendaciones de trabajo para los movimientos repetitivos, y posturas forzadas con fines de disminuir el índice de enfermedades profesionales en los talleres mecánicos del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

Para esta investigación dentro de los archivos de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, no se han encontrado temas relacionados o similares al planteado actualmente.

2.2. Fundamentación

2.2.1. Fundamentación Legal

OBLIGACIONES LEGALES EN EL CAMPO ERGONÓMICO

Toda empresa que labore en el Ecuador está obligada a cumplir con la normativa nacional e internacional específica para ergonomía válida hasta la presente fecha.

2.2.1.1. Código del Trabajo Ecuatoriano

Artículo 417.- Límite máximo de transporte manual.- Queda prohibido el transporte manual, en los puertos, muelles, fábricas, talleres y, en general, en todo lugar de trabajo, de sacos, fardos o bultos de cualquier naturaleza cuyo peso de carga sea superior a 175 libras.

Artículo 418.- Métodos de trabajo en el transporte manual.- Al fin de proteger la salud y evitar accidentes en todo trabajador empleado en el transporte manual de cargas, que no sean ligeras, el empleador deberá impartirle una formación satisfactoria respecto a los métodos de trabajo que deba utilizar.

2.2.1.2. Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo Decisión 547.

GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN LOS CENTROS DE TRABAJO OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES

Artículo 11.- En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial.

k) Fomentar la adaptación del trabajo y de los puestos de trabajo a las capacidades de los trabajadores, habida cuenta de su estado de salud física y mental, teniendo en cuenta la ergonomía y las demás disciplinas relacionadas con los diferentes tipos de riesgos psicosociales en el trabajo.

**2.2.1.3. Convenio 127 de la OIT (Organización Internacional del Trabajo)
RELATIVO AL PESO MÁXIMO DE LA CARGA QUE PUEDE SER
TRANSPORTADA POR UN TRABAJADOR
1967 (número 127), ratificado 10-03-1969.**

Artículo 2

1. El presente Convenio se aplica al transporte manual y habitual de carga.
2. El presente Convenio se aplica a todos los sectores de actividad económica para los cuales el Estado Miembro interesado mantenga un sistema de inspección del trabajo.

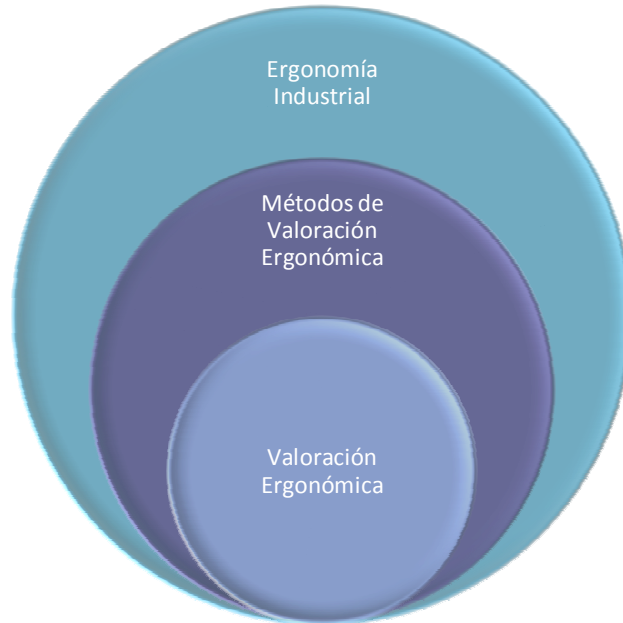
Artículo 3

No se deberá exigir ni permitir a un trabajador el transporte manual de carga cuyo peso pueda comprometer su salud o su seguridad.

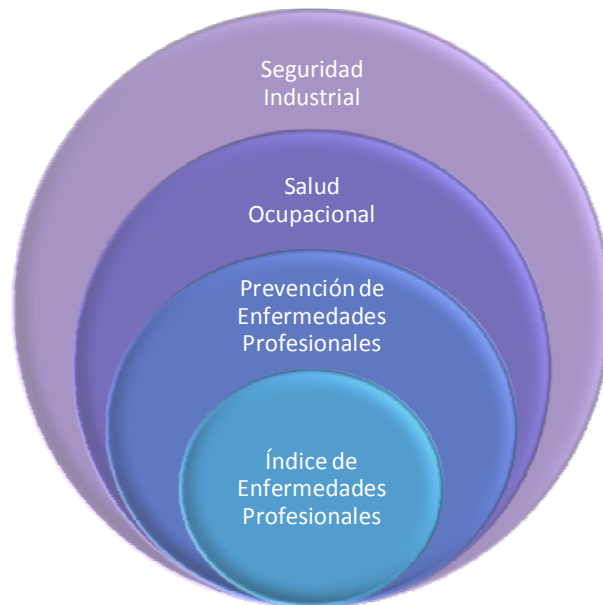
Artículo 5

Cada Miembro tomará las medidas necesarias para que todo trabajador empleado en el transporte manual de carga que no sea ligera reciba, antes de iniciar esa labor, una formación satisfactoria respecto de los métodos de trabajo que deba utilizar, a fin de proteger su salud y evitar accidentes.

2.2.2. Categorías Fundamentales



*Grafico 2.1 Inclusión de variable independiente
Fuente: Investigadora – Ma. José Gómez M.*



*Gráfico 2.2 Inclusión de variable dependiente
Fuente: Investigadora – Ma. José Gómez M.*

2.2.3. Fundamentación Teórica

2.2.3.1. Ergonomía Industrial

A. Definición

La ergonomía busca la optimización de los tres elementos del sistema (hombre-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de estudio del individuo, de la técnica y de la organización del trabajo.¹

Es una disciplina de las comunicaciones recíprocas entre el hombre y su entorno socio técnico; sus objetivos son proporcionar el ajuste recíproco, constante y sistémico entre el hombre y el ambiente; diseñar la situación de trabajo de manera que ésta resulte plena de contenido y adecuada a las capacidades psico-fisiológicas y necesidades del ser humano.

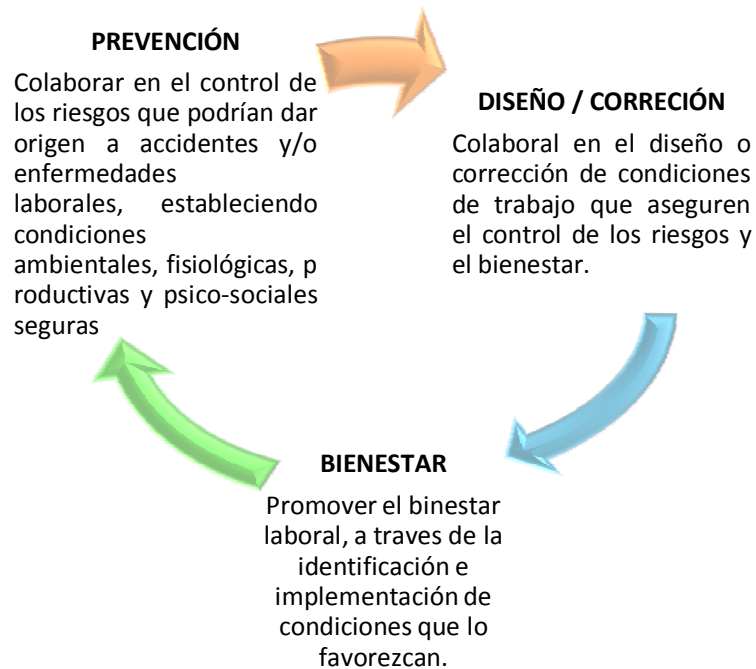


Gráfico 2.3 Ciclo Ergonomía Industrial

B. La Ergonomía como ciencia interdisciplinaria

La ergonomía forma parte de la prevención de riesgos profesionales en una fase desarrollada y se tiende a integrar dentro de la gestión de las empresas,

¹ “<http://www.monografias.com/trabajos17/ergonomia/ergonomia.shtml>”.

interconectando los aspectos de la calidad de los servicios, la eficiencia de las tareas y las propias condiciones de trabajo.

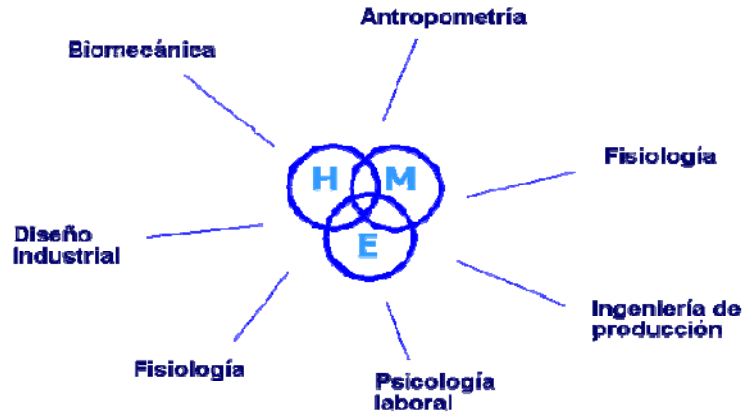


Gráfico2.4 Ergonomía - Ciencia Interdisciplinaria

C. Objetivos de la Ergonomía

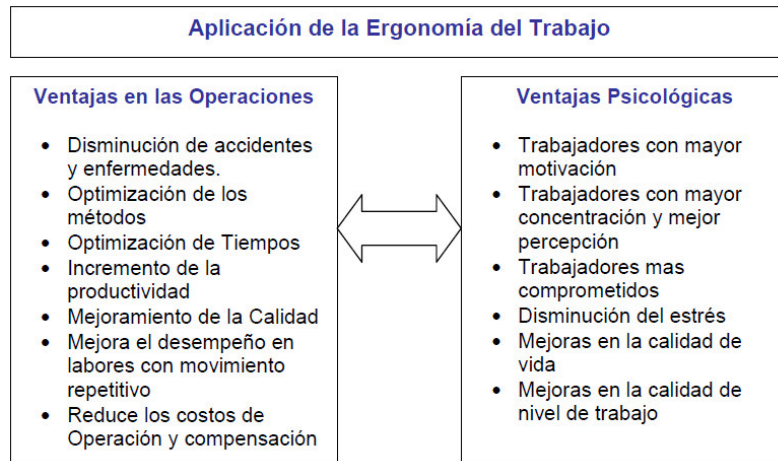


Gráfico 2.5 Aplicación de la Ergonomía del Trabajo

2.2.3.2. Métodos de Valoración Ergonómica

A. Métodos de Valoración Objetivos

Se utilizan para recoger y valorar los diferentes aspectos de las condiciones de trabajo y nos ayuda a emitir un diagnóstico global; teniendo en cuenta aspectos como carga física y factores ambientales.

- Método L.E.S.T. Laboratorio de Economía y Sociología de Francia.
- Método de R.N.U.R Regie National des Usines Renault, Francia.

B. Métodos de Valoración Subjetivos

Estos se basan en el principio de que los propios operadores y/o trabajadores y sus mandos más directos, son los que están en mejor disposición para poder detectar los incidentes y los problemas que puedan surgir en el desarrollo de su trabajo.

- Método A.N.A.C.T. Agencia Nacional para aminorar las condiciones de trabajo, Francia.

C. Métodos de Valoración Mixta

Combina las dos anteriores y comparando los resultados, de esta manera podemos obtener una idea del grado de convergencia o divergencia existente entre las dos, lo cual nos sirve para tener una visión clara de donde tenemos que analizar con más profundidad.

- Ecuación de Niosh
- Método MAPFRE, España:
- Método ANSI

D. Tabla General de Métodos (Cambiar Tabla)

Nombre	Descripción breve
BIOMECÁNICA	BIOMECÁNICA realiza evaluaciones biomecánicas de esfuerzos estáticos coplanares a partir de la postura adoptada, la carga y la frecuencia y duración de los esfuerzos. Permite conocer el riesgo de sobrecarga por articulación, la carga máxima recomendable, y la estabilidad de la postura.
LCE	LCE es una lista de comprobación (Check-List) de principios ergonómicos básicos aplicados a 128 ítems que propone intervenciones ergonómicas sencillas y de bajo coste, permitiendo aplicar mejoras prácticas a condiciones de trabajo ya existentes
JSI	JSI evalúa los riesgos relacionados con las extremidades superiores (mano, muñeca, antebrazo y codo). A partir de datos semi-cuantitativos ofrece un resultado numérico que crece con el riesgo asociado a la tarea.
RULA	El método Rula permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar

	trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas y actividad estática del sistema músculo-esquelético.
NIOSH	La ecuación revisada de NIOSH permite identificar riesgos relacionados con las tareas en las que se realizan levantamientos manuales de carga, íntimamente relacionadas con las lesiones lumbares, sirviendo de apoyo en la búsqueda de soluciones de diseño del puesto de trabajo para reducir el estrés físico derivado de este tipo de tareas.
LEST	El método LEST evalúa las condiciones de trabajo, tanto en su vertiente física, como en la relacionada con la carga mental y los aspectos psicosociales. Es un método de carácter general que contempla de manera global gran cantidad de variables que influyen sobre la calidad ergonómica del puesto de trabajo.
OWAS	OWAS es un método sencillo y útil destinado al análisis ergonómico de la carga postural. Basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea.
EPR	EPR (evaluación postural rápida) le permite valorar, de manera global, la carga postural del trabajador a lo largo de la jornada. El método está pensado como un primer examen de las posturas del trabajador que indique la necesidad de un examen más exhaustivo.
G-INSHT	G-INSHT es un método para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. Permite identificar las tareas o situaciones donde existe riesgo no tolerable, y por tanto deben ser mejoradas o rediseñadas, o bien requieren una valoración más detallada.
REBA	El método Reba permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar desórdenes traumáticos acumulativos debido a la carga postural dinámica y estática.
FANGER	El método Fanger permite estimar la sensación térmica global de los presentes en un ambiente térmico determinado mediante el cálculo del Voto Medio Estimado (PMV) y el Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD).
OCRA	La versión Check-List del método OCRA permite la evaluación rápida del riesgo asociado a movimientos repetitivos de los miembros superiores. El método valora factores como: los periodos de recuperación, la frecuencia, la fuerza, la postura y elementos adicionales de riesgo como vibraciones, contracciones, precisión y ritmo de trabajo. La herramienta basada en dicho método permite analizar el riesgo asociado a un puesto o a un conjunto de puestos, evaluando tanto el riesgo

	intrínseco del puesto/s como la exposición del trabajador al ocuparlos.
SNOOK	Las tablas de Snook y Ciriello permiten determinar los pesos máximos aceptables para diferentes acciones como el levantamiento, el descenso, el empuje, el arrastre y el transporte de cargas.

Tabla 2.1 Otros métodos de valoración ergonómica

E. Método RULA

El método Rula fue desarrollado por los doctores McAtamney y Corlett de la Universidad de Nottingham en 1993 (Institute for Occupational Ergonomics) para evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas, actividad estática del sistema musculoesquelético.²

Aplicación del método

RULA evalúa posturas concretas; es importante evaluar aquellas que supongan una carga postural más elevada. La aplicación del método comienza con la observación de la actividad del trabajador durante varios ciclos de trabajo. Si el ciclo de trabajo es largo se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura.

El RULA divide el cuerpo en dos grupos, el grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación

² <http://www.ergonautas.upv.es>

propuestos van del nivel 1, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4, que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad.

Evaluación del método

Grupo A: Puntuaciones de los miembros superiores.

El método comienza con la evaluación de los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) organizados en el llamado Grupo A.

- Puntuación del brazo

Para determinar la puntuación a asignar a dicho miembro, se deberá medir el ángulo que forma con respecto al eje del tronco, el Gráfico 2.6 muestra las diferentes posturas consideradas por el método y pretende orientar al evaluador a la hora de realizar las mediciones necesarias.

En función del ángulo formado por el brazo, se obtendrá su puntuación consultando la tabla que se muestra a continuación (Tabla 2.2).

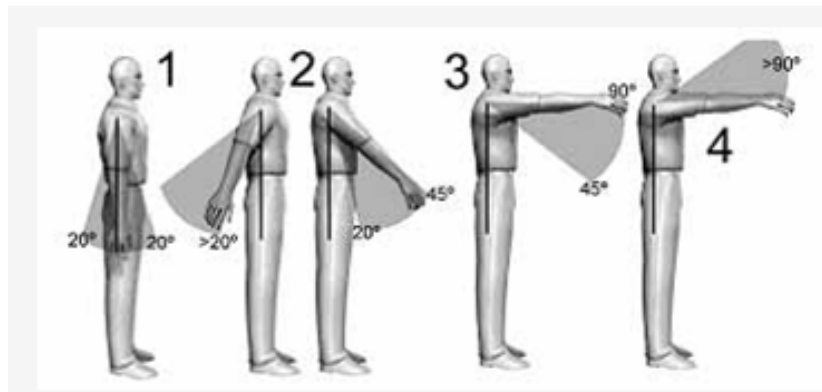


Gráfico 2.6 Posiciones del Brazo
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Puntos	Posición
1	desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	extensión >20° o flexión entre 20° y 45°
3	flexión entre 45° y 90°
4	flexión >90°

Tabla 2.2 Puntuación del brazo.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

La puntuación asignada al brazo podrá verse modificada, aumentando o disminuyendo su valor, si el trabajador posee los hombros levantados, si presenta rotación del brazo, si el brazo se encuentra separado o abducido respecto al tronco, o si existe un punto de apoyo durante el desarrollo de la tarea. Cada una de estas circunstancias incrementará o disminuirá el valor original de la puntuación del brazo. Si ninguno de estos casos fuera reconocido en la postura del trabajador, el valor de la puntuación del brazo sería el indicado en la tabla 2.2 sin alteraciones.

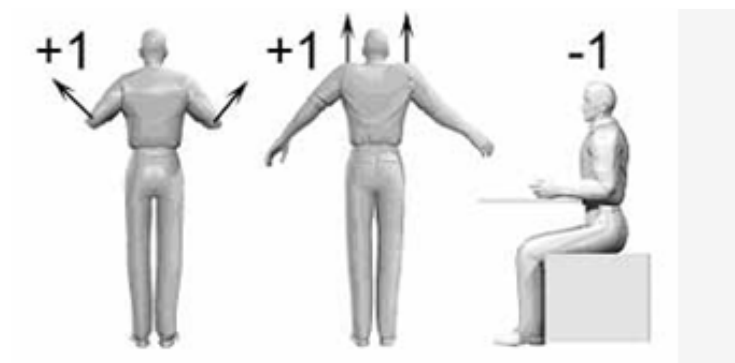


Gráfico 2.7 Posiciones que modifican la puntuación del brazo
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Puntos	Posición
+1	Si el hombro está elevado o el brazo rotado.
+1	Si los brazos están abducidos.
-1	Si el brazo tiene un punto de apoyo.

Tabla 2.3 Modificaciones sobre la puntuación del brazo.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Puntuación del antebrazo

El gráfico 2.8 muestra las diferentes posibilidades. Una vez determinada la posición del antebrazo y su ángulo correspondiente, se consultará la tabla 2.4 para determinar la puntuación establecida por el método.

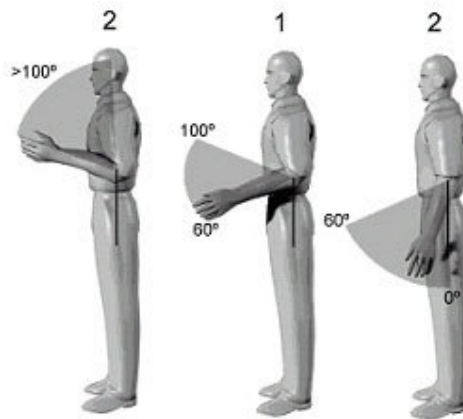


Gráfico 2.8. Posiciones del antebrazo.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Puntos	Posición
1	flexión entre 60° y 100°
2	flexión < 60° ó > 100°

Tabla 2.4. Puntuación del antebrazo.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

La puntuación asignada al antebrazo podrá verse aumentada en dos casos: si el antebrazo cruzara la línea media del cuerpo, o si se realizase una actividad a un lado de éste. El Gráfico 2.9 muestra gráficamente las dos posiciones indicadas y en la tabla 2.5 se pueden consultar los incrementos a aplicar.



Gráfico 2.9. Posiciones que modifican la puntuación del antebrazo.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Puntos	Posición
+1	Si la proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá de la proyección vertical del codo
+1	Si el antebrazo cruza la línea central del cuerpo.

Tabla 2.5. Modificación de la puntuación del antebrazo.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Puntuación de la Muñeca

En primer lugar, se determinará el grado de flexión de la muñeca. El Gráfico 2.10 muestra las tres posiciones posibles consideradas por el método. Tras el estudio del ángulo, se procederá a la selección de la puntuación correspondiente consultando los valores proporcionados por la tabla 2.6

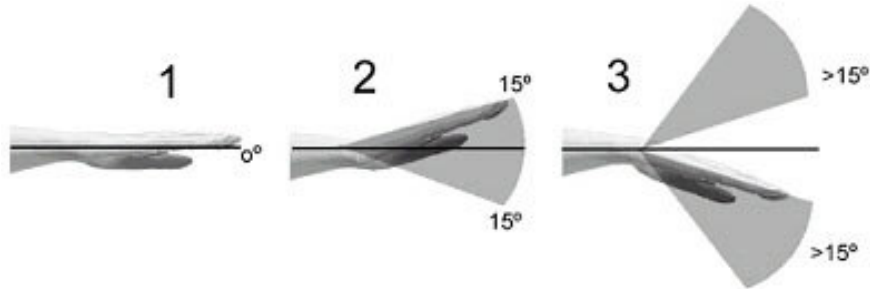


Gráfico 2.10 Posiciones de la muñeca.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Puntos	Posición
1	Si está en posición neutra respecto a flexión.
2	Si está flexionada o extendida entre 0º y 15º.
3	Para flexión o extensión mayor de 15º.

Tabla 2.6. Puntuación de la muñeca.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

El valor calculado para la muñeca se verá modificado si existe desviación radial o cubital Gráfico 2.11. En ese caso se incrementa en una unidad dicha puntuación



Gráfico 2.11. Desviación de la muñeca.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Puntos	Posición
+1	Si está desviada radial o cubitalmente.

Tabla 2.7. Modificación de la puntuación de la muñeca.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Una vez obtenida la puntuación de la muñeca se valorará el giro de la misma. Este nuevo valor será independiente y no se añadirá a la puntuación anterior, si no que servirá posteriormente para obtener la valoración global del grupo A.

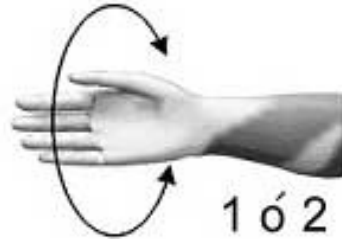


Gráfico 2.12. Giro de la muñeca.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Puntos	Posición
1	Si existe pronación o supinación en rango medio
2	Si existe pronación o supinación en rango extremo

Tabla 2.8. Puntuación del giro de la muñeca.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Grupo B: Puntuaciones para las piernas, el tronco y el cuello.

- Puntuación del cuello

Se evaluará inicialmente la flexión de este miembro: la puntuación asignada por el método se muestra en la Tabla 2.9. El Gráfico 2.13 muestra las tres posiciones de flexión del cuello así como la posición de extensión puntuadas por el método.

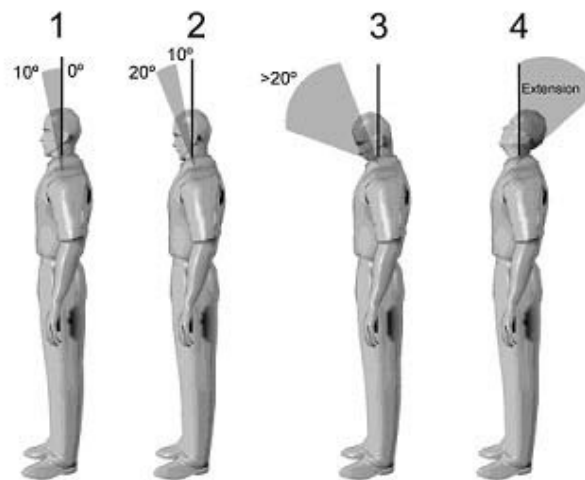


Gráfico 2.13 Posiciones del cuello.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Puntos	Posición
< 1	Si existe flexión entre 0º y 10º
2	Si está flexionado entre 10º y 20º.
3	Para flexión mayor de 20º.
4	Si está extendido.

Tabla 2.9 Puntuación del cuello.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

La puntuación hasta el momento calculada para el cuello podrá verse incrementada si el trabajador presenta inclinación lateral o rotación, tal y como indica la tabla 2.10

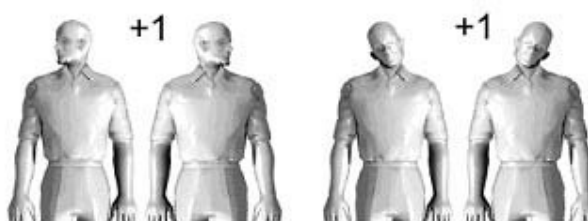


Gráfico 2.14. Posiciones que modifican la puntuación del cuello.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Puntos	Posición
+1	Si el cuello está rotado.
+1	Si hay inclinación lateral.

Tabla 2.10. Modificación de la puntuación del cuello.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Por último, conocida la puntuación final, y mediante la tabla 2.11, se obtendrá el nivel de actuación propuesto por el método RULA.

El evaluador será capaz, por tanto, de detectar posibles problemas ergonómicos y determinar las necesidades de rediseño de la tarea o puesto de trabajo, así como las puntuaciones de fuerza y actividad muscular, indicarán al evaluador los aspectos donde pueden encontrarse los problemas ergonómicos del puesto, y por tanto, realizar las convenientes recomendaciones de mejora de éste.

Nivel	Actuación
1	Cuando la puntuación final es 1 ó 2 la postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 ó 4 pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
3	La puntuación final es 5 ó 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es

	necesario realizar actividades de investigación.
4	La puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

Tabla 2.11. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Puntuación de las piernas

Para terminar con la asignación de puntuaciones a los diferentes miembros del trabajador se evaluará la posición de las piernas. En el caso de las piernas el método no se centrará, como en los análisis anteriores, en la medición de ángulos. Serán aspectos como la distribución del peso entre las piernas, los apoyos existentes y la posición sentada o de pie, los que determinarán la puntuación asignada. Con la ayuda de la tabla 2.12 será finalmente obtenida la puntuación.

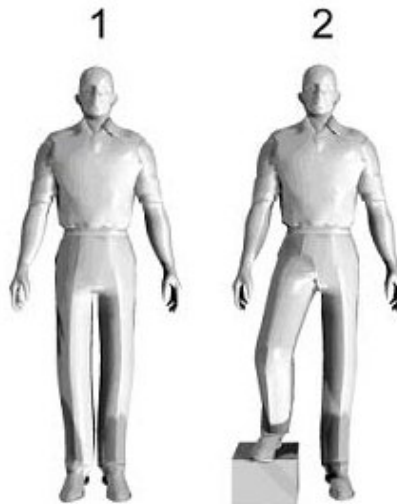


Gráfico 2.15. Posición de las piernas
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

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

Tabla 2.12. Puntuación de las piernas.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Puntuaciones globales

Tras la obtención de las puntuaciones de los miembros del grupo A y del grupo B de forma individual, se procederá a la asignación de una puntuación global a ambos grupos.

- Puntuación global para los miembros del grupo A

Con las puntuaciones de brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca, se asignará mediante la tabla 2.13 una puntuación global para el grupo A.

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

Tabla 2.13. Puntuación global para el grupo A.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Puntuación global para los miembros del grupo B

De la misma manera, se obtendrá una puntuación general para el grupo B a partir de la puntuación del cuello, el tronco y las piernas consultando la tabla 2.14

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

Tabla 2.14. Puntuación global para el grupo B.

Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Puntuación del tipo de actividad muscular desarrollada y la fuerza aplicada

Las puntuaciones globales obtenidas se verán modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada y de la fuerza aplicada durante la tarea. La puntuación de los grupos A y B se incrementarán en un punto si la actividad es principalmente estática (la postura analizada se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considerará actividad dinámica y las puntuaciones no se modificarán.

Además, para considerar las fuerzas ejercidas o la carga manejada, se añadirá a los valores anteriores la puntuación conveniente según la siguiente tabla:

Puntos	Posición
0	si la carga o fuerza es menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente.
1	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente.
2	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva.
2	si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10 Kg.
3	si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva.
3	si se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

Tabla 2.15. Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas

Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- **Puntuación Final**

La puntuación obtenida de sumar a la del grupo A la correspondiente a la actividad muscular y la debida a las fuerzas aplicadas pasará a denominarse puntuación C. De la misma manera, la puntuación obtenida de sumar a la del grupo B la debida a la actividad muscular y las fuerzas aplicadas se denominará puntuación D. A partir de las puntuaciones C y D se obtendrá una puntuación final global para la tarea que oscilará entre 1 y 7, siendo mayor cuanto más elevado sea el riesgo de lesión. La puntuación final se extraerá de la tabla 2.16.

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Tabla 2.16. Puntuación final
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

F. Método OWAS

El método OWAS (Ovako Working Analysis System) fue propuesto por los autores finlandeses Osmo Karhu, Pekka Kansu y Liikka Kuorinka en 1977 bajo el título "Correcting working postures in industry: A practical method for analysis." ("Corrección de las posturas de trabajo en la industria: un método práctico para el análisis"). Su aplicación, proporciona buenos resultados, tanto en la mejora de la comodidad de los puestos, como en el aumento de la calidad de la producción, consecuencia ésta última de las mejoras aplicadas.³

El método OWAS basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, permitiendo identificar hasta 252 posiciones diferentes como resultado de las posibles

³ <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>

combinaciones de la posición de la espalda (4 posiciones), brazos (3 posiciones), piernas (7 posiciones) y carga levantada (3 intervalos).

Evaluación del Método

- Codificación de las posturas observadas



El método comienza con la recopilación, previa observación, de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea.

El método asigna cuatro dígitos a cada postura observada en función de la posición de la espalda, los brazos, las piernas y de la carga soportada, configurando de este modo su código identificativo o "Código de postura", como se indica en la Tabla 2.17.

Posición de la Espalda	Posición de los Brazos	Posición de las Piernas	Cargas	Fase
------------------------	------------------------	-------------------------	--------	------

Tabla 2.17 Esquema de codificación de las posturas observadas (Código de postura).
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Posiciones de la espalda: Primer dígito del "Código de postura"
El valor del primer dígito del "Código de postura" se obtendrá consultado la tabla que se muestra a continuación (Tabla 2.18).

Posición de espalda	Primer dígito del Código de postura.
<p>Espalda derecha El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas.</p> 	1
<p>Espalda doblada Existe flexión del tronco. Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20º (Mattila et al., 1999).</p> 	2





<p>Espalda con giro Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°.</p>		<p>3</p>
<p>Espalda doblada con giro Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea.</p>		<p>4</p>

Tabla 2.18. Codificación de las posiciones de la espalda
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Posiciones de los brazos: Segundo dígito del "Código de postura"

El valor del segundo dígito del "Código de postura" se obtendrá consultado la tabla que se muestra a continuación (Tabla 2.19).

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






<p>Los dos brazos elevados</p> <p>Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros.</p>		<p>3</p>
--	--	-----------------

Tabla 2.19 Codificación de las posiciones de los brazos
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Posiciones de las piernas: Tercer dígito del "Código de postura"

Con la codificación de la posición de las piernas, se completarán los tres primeros dígitos del "Código de postura" que identifican las partes del cuerpo analizadas por el método. La Tabla 2.20 proporciona el valor del dígito asociado a las piernas, considerando como relevantes 7 posiciones diferentes

Posición de las piernas	Tercer dígito del Código de postura.
<p>Sentado</p>	 <p>1</p>
<p>De pie Con las dos piernas rectas con el peso equilibrado entre ambas</p>	 <p>2</p>
<p>De pie Con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas</p>	 <p>3</p>
<p>De pie o en cuclillas Con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150º (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.</p>	 <p>4</p>




<p>De pie o en cuclillas Con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado entre ambas Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150º (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.</p>		5
<p>Arrodillado El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.</p>		6
<p>Andando</p>		7

Tabla 2.20. Codificación de las posiciones de las piernas
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Cargas y fuerzas soportadas Cuarto dígito del "Código de postura"
Finalmente, se deberá determinar a qué rango de cargas, de entre los tres propuestos por el método, pertenece la que el trabajador levanta cuando adopta la postura. La consulta de la Tabla 2.21 permitirá al evaluador asignar el cuarto dígito del código en configuración, finalizando en este punto la codificación de la postura para estudios de una sola tarea (evaluación simple).

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

Tabla 2.21. Codificación de la carga y fuerzas soportadas
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Codificación de fase: Quinto dígito del "Código de postura"

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

El método original, no establece valores concretos para el dígito de la fase, así pues, será el criterio del evaluador el que determine dichos valores.

Fase	Quinto dígito del Código de postura.	
	Codificación alfanumérica	Codificación numérica
Colocación de azulejos en horizontal	FAH	1
Colocación de azulejos en vertical	FAV	2
Colocación de baldosas en horizontal	FBH	3

Tabla 2.22. Ejemplo de codificación de fases
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Categorías de riesgo

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

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

	postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	correctivas inmediatamente.
--	---	-----------------------------

Tabla 2.23. Tabla de Categorías de Riesgo y Acciones correctivas
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Finalizada la fase de codificación de las posturas y conocidas las posibles categorías de riesgo propuestas por el método, se procederá a la asignación de la Categoría del riesgo correspondiente a cada "Código de postura". La tabla 2.24 muestra la Categoría de riesgo para cada posible combinación de la posición de la espalda, de los brazos, de las piernas y de la carga levantada.

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

Tabla 2.24 Clasificación de las Categorías de Riesgo de los "Códigos de postura".
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Una vez calculada la categoría del riesgo para cada postura es posible un primer análisis. El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos hasta el momento permitirá la interpretación de los valores del riesgo. Sin embargo, el método no se limita a la clasificación de las posturas según el riesgo que representan sobre el sistema músculo-esquelético, también contempla el análisis de las frecuencias relativas de las diferentes posiciones de la espalda, brazos y piernas que han sido observadas y registradas en cada "Código de postura".

Por tanto, se deberá calcular el número de veces que se repite cada posición de espalda, brazos y piernas en relación a las demás durante el tiempo total de la observación, es decir, su frecuencia relativa.

Una vez realizado dicho cálculo y como último paso de la aplicación del método, la consulta de la tabla 2.25 determinará la Categoría de riesgo en la que se engloba cada posición.

		ESPALDA									
Espalda derecha Espalda doblada Espalda con giro Espalda doblada con giro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
		BRAZOS									
Los dos brazos bajos Un brazo bajo y el otro elevado Los dos brazos elevados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
		PIERNAS									
Sentado De pie Sobre pierna recta Sobre rodillas flexionadas Sobre rodilla flexionada Arrodillado Andando	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	7	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
FRECUENCIA RELATIVA (%)		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%

Tabla 2.25 Clasificación de Categorías de Riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa

Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

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

G. Método OCRA Check List (Occupational Repetitive Action)

Fundamentos del método

El Check List OCRA para la evaluación rápida del riesgo asociado a movimientos repetitivos de los miembros superiores fue propuesto por los autores Colombini D., Occhipinti E., Grieco A., en el libro "Risk Assessment and Management of Repetitive Movements and exertions of upper limbs" (Evaluación y gestión del riesgo por movimientos y esfuerzos repetitivos) bajo el título "A check-list model

for the quick evaluation of risk exposure (OCRA index)" publicado en el año 2000.

Aplicación del método

El método Check List OCRA evalúa el riesgo en función de los siguientes factores:

- La duración real o neta del movimiento repetitivo.
- Los periodos de recuperación o de descanso permitidos en el puesto.
- La frecuencia de las acciones requeridas.
- La duración y tipo de fuerza ejercida.
- La postura de los hombros, codos, muñeca y manos, adoptada durante la realización del movimiento
- La existencia de factores adicionales de riesgo tales como la utilización de guantes, presencia de vibraciones, tareas de precisión, el ritmo de trabajo, etc.

Las principales características del método Check List OCRA son:

- El método permite evaluar el riesgo asociado a un puesto, a un conjunto de puestos y por extensión el riesgo de exposición para un trabajador que ocupa un sólo puesto o bien que rota entre varios puestos.
- El método valora el riesgo en función del tiempo:
 - La valoración del riesgo debida a cada factor es proporcional al tiempo durante el cual dicho factor está presente en la actividad.
 - El método considera la duración del movimiento real o neta como un factor más de aumento o disminución del riesgo final.
 - Para la evaluación del riesgo asociado a un trabajador el método considera el tiempo de ocupación real del puesto/s por el trabajador.
- Los resultados son concisos y de fácil interpretación:
 - A cada factor evaluado se le otorga una puntuación o subíndice. El análisis de su aportación al riesgo o índice final puede orientar el enfoque de posteriores estudios del puesto.

Formas de aplicación

La exposición del método se organizará en base a los siguientes casos de evaluación, ordenados de menor a mayor "complejidad" respecto a los cálculos necesarios:

- Evaluación del riesgo intrínseco de un puesto.
- Evaluación del riesgo asociado a un trabajador que ocupa un único puesto.
- Evaluación del riesgo intrínseco asociado a un conjunto de puestos.
- Evaluación del riesgo asociado a un trabajador que rota entre un conjunto de puestos (que comprende 2 posibles casos).
 - El trabajador cambia de puesto al menos una vez cada hora.
 - El trabajador cambia de puesto menos de una vez cada hora.
- Evaluación del riesgo intrínseco de un único puesto
- El método Check List OCRA describe el riesgo intrínseco de un puesto en base a un único valor numérico
- llamado Índice Check List OCRA, dicho valor es el resultado de la suma de una serie de factores (factor de recuperación, frecuencia, fuerza, postura y factores adicionales) posteriormente modificada por la duración real del movimiento (multiplicador de duración).

La siguiente fórmula ilustra el cálculo necesario para la obtención del Índice Check List OCRA de un puesto:

$$\text{Índice Check List OCRA} = \left(\frac{\text{Factor de recuperación}}{\text{Factor de frecuencia}} + \frac{\text{Factor de fuerza}}{\text{Factor de postura}} + \text{Factores adicionales} \right) * \frac{\text{Multiplicador de duración}}{\text{duración}}$$

Tabla 2.26 Fórmula de obtención del Índice Check List OCRA de un puesto.

Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

El procedimiento de obtención del Índice Check List OCRA de un puesto consta de los siguientes pasos:

- Evaluación de la duración neta del movimiento repetitivo y de la duración neta del ciclo.

El método plantea un pequeño análisis previo a la evaluación del riesgo, con el fin de determinar la Duración real o neta del movimiento repetitivo y la Duración neta del ciclo de trabajo.

La determinación de la duración neta del movimiento será posteriormente utilizada para corregir, si fuera necesario, el Índice de riesgo Check List OCRA obtenido a partir de los factores de recuperación, frecuencia, fuerza, postura y adicionales.

La siguiente tabla muestra los datos solicitados por el método para la evaluación de la duración neta del movimiento repetitivo y del ciclo de trabajo:

Descripción		Minutos
Duración total del movimiento	oficial	
	real	
Pausas oficiales	contractual	
Otras pausas		
Almuerzo	oficial	
	real	
Tareas no repetitivas	oficial	
	real	
DURACIÓN NETA DE LA/S TAREA/S REPETITIVAS		
Nº de unidades (o ciclos)	Previstos	
	Reales	
DURACIÓN NETA DEL CICLO (seg.)		
DURACIÓN DEL CICLO OBSERVADO (seg.)		

Tabla 2.27 Tabla para la evaluación de la duración neta de la tarea repetitiva y del ciclo.

Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

A partir de la información recopilada en la Tabla 2.27 es posible determinar la Duración neta del movimiento repetitivo, como:

$$\begin{aligned}
 \text{DURACIÓN NETA DE LA/S TAREA/S REPETITIVAS (min.)} &= \text{Duración total del movimiento} \\
 &\quad - \text{Pausas oficiales} \\
 &\quad - \text{Otras pausas} \\
 &\quad - \text{Almuerzo} \\
 &\quad - \text{Tareas no repetitivas}
 \end{aligned}$$

La siguiente fórmula muestra el cálculo para la obtención de la duración neta del ciclo de trabajo en segundos:

$$\text{DURACIÓN NETA DEL CICLO (seg.)} = \frac{\text{DURACIÓN NETA DE LA/S TAREA/S REPETITIVAS (min)} * 60}{\text{Nº de unidades (o ciclos)}}$$

Una vez finalizada la evaluación preliminar de la Duración neta del movimiento repetitivo y del ciclo de trabajo se detalla la obtención de cada uno de los elementos de la fórmula descrita con anterioridad.

- Factor de recuperación

El factor de recuperación representa el riesgo asociado a la distribución inadecuada de los periodos de recuperación.

Periodo de recuperación: periodo durante el cual uno o varios grupos musculares implicados en el movimiento permanecen totalmente en reposo, tales como los descansos para el almuerzo, las tareas de control visual, las pausas en el trabajo (oficiales o no), las tareas que permiten el reposos de los grupos de músculos utilizados en tareas anteriores (empujar objetos alternativamente con un brazo y otro).

La frecuencia de los perdidos de recuperación, su duración y distribución en la tarea repetitiva, determinarán el riesgo debido a la falta de reposo y por consecuencia al aumento de la fatiga.

La Tabla 2.28 muestra las puntuaciones para el factor de recuperación según las pausas y/o descansos existentes durante la duración total del movimiento, pudiéndose seleccionar una única de las opciones propuestas

Factor de recuperación	Puntos
Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (contando el descanso del almuerzo) o el periodo de recuperación está incluido en el ciclo.	0
Existen 2 interrupciones por la mañana y 2 por la tarde (además del descanso del almuerzo) de al menos 7-10 minutos para un movimiento de 7-8 horas; o bien existen 4 interrupciones del movimiento (además del descanso del almuerzo); o cuatro interrupciones de 8-10 minutos en un movimiento de 7-8 horas; o bien al menos 4 interrupciones por movimiento (además del descanso del almuerzo); o bien 4 interrupciones de 8/10 minutos en un movimiento de 6 horas.	2
Existen 2 pausas, de al menos 8-10 minutos cada una para un movimiento de 6 horas (sin descanso para el almuerzo); o bien existen 3 pausas, además del	3

descanso para el almuerzo, en un movimiento de 7-8 horas.	
Existen 2 pausas, además del descanso para almorzar, de entre 8 y 10 minutos cada una para un movimiento de entre 7 y 8 horas (o 3 pausas sin descanso para almorzar); o 1 pausa de al menos 8-10 minutos en un movimiento de 6 horas.	4
Existe una única pausa, de al menos 10 minutos, en un movimiento de 7 horas sin descanso para almorzar; o en 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).	6
No existen pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de movimiento.	10

Tabla 2.28 Tabla de puntuación del factor de recuperación.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Factor de frecuencia

El método describe la frecuencia de trabajo en términos de acciones técnicas realizadas por minuto:

Pasos para la obtención de la puntuación del factor de frecuencia:

1. Si sólo las acciones dinámicas son significativas la puntuación del factor de frecuencia será igual a la puntuación de la opción seleccionada en la tabla de acciones técnicas dinámicas (Tabla 2.29).
2. Si es posible seleccionar una opción de la tabla de acciones técnicas dinámicas (Tabla 4) y de la tabla de acciones estáticas (Tabla 2.29), la puntuación final del factor de frecuencia será la mayor de ellas.

ACCIONES TÉCNICAS DINÁMICAS	Puntos
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	6

Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo.	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permite bajo ningún concepto las pausas.	10

Tabla 2.29 Tabla de puntuación del factor de frecuencias para acciones técnicas dinámicas
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

ACCIONES TÉCNICAS ESTÁTICAS	Puntos
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	2,5
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	4,5

Tabla 2.30 Tabla de puntuación del factor de frecuencias para acciones técnicas estáticas
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Factor de postura

La valoración del riesgo asociado a la postura se realiza evaluando la posición del hombro, del codo, de la muñeca y de las manos.

El método incrementa el riesgo debido a la postura si existen movimientos estereotipados o bien todas las acciones implican a los miembros superiores y la duración del ciclo es corta.

Para la obtención del factor postural se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Selección de una única opción para cada grupo corporal: hombro, codo, muñeca y manos.
2. Puntuación de la opción seleccionada para cada grupo: Puntuación del hombro, codo, muñeca y manos.
3. Obtención del valor máximo de las puntuaciones del hombro, codo, muñeca y manos.
4. Si existen movimientos estereotipados: selección de la opción correspondiente y suma de su puntuación al valor máximo de las puntuaciones del hombro, codo, muñeca y manos.

CODO	Puntos
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo.	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo.	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo.	8

Tabla 2.31 Puntuación del factor de postura para el HOMBRO.
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

CODO	Puntos
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo.	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo.	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo.	8

Tabla 2.32 Puntuación del factor de postura para el CODO
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

MUÑECA	Puntos
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo.	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo.	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo.	8

Tabla 2.33 Puntuación del factor de postura para el MUÑECA
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

- Multiplicador correspondiente a la duración neta del movimiento repetitivo

El multiplicador de duración es un valor que traslada la influencia de la duración real del movimiento repetitivo al cálculo del riesgo.

El método plantea la corrección de la puntuación obtenida por la suma de los factores de riesgo evaluados (recuperación, frecuencia, fuerza, postura y adicionales), en función de la duración neta o real del movimiento repetitivo.

Duración del movimiento	Multiplicador de duración
60-120 minutos	0,5
121-180 minutos	0,65
181-240 minutos	0,75

241-300 minutos	0,85
301-360 minutos	0,925
361-420 minutos	0,95
421-480 minutos	1
> 480 minutos	1,5

Tabla 2.34 Puntuación para el multiplicador de duración neta del movimiento repetitivo
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

Índice Check List OCRA	Riesgo	Acción sugerida
Menor o igual a 5	Optimo	No se requiere
Entre 5,1 y 7,5	Aceptable	No se requiere
Entre 7,6 y 11	Muy Ligero	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto
Entre 11,1 y 14	Ligero	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
Entre 14,1 y 22,5	Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
Más de 22,5	Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

Tabla 2.35 Riesgo
Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es>

2.2.3.3. Gasto Energético o Consumo Metabólico

A. Definiciones Generales

- **Gasto Energético o Consumo Metabólico:** Cantidad de energía física consumida cuando se realiza un trabajo.

- **Calor Metabólico:** Energía calórica resultante de los procesos energéticos celulares y de la actividad del organismo. Representa la energía que un organismo es capaz de sacar de los alimentos y utilizarla para interactuar con el medio, manteniendo en el caso del hombre una temperatura corporal interna cercana a 37°C.
- **Metabolismo Basal:** Es el consumo de energía de una persona acostada y en reposo. Representa el gasto energético necesario para mantener las funciones vegetativas (respiración, circulación, etc.).

B. Unidades

- 1 kCal = 4,184 kJ
- 1 w = 0,861 kCal/h
- 1 kCal/h = 0,644 w/m²
- 1 litro de O₂ = 4,85 Kcal
- m²: superficie corporal (a determinar en función de peso y talla).

C. Valoración del Gasto Energético

El hombre transforma, por medio de un proceso biológico, la energía química de los alimentos en energía mecánica, que utiliza para realizar sus actividades, y en calor. Este consumo de energía se expresa generalmente en kilocalorías (Kcal) siendo 1 kilocaloría la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un litro de agua de 14,5°C a 15,5°C.⁴

El consumo energético que nos interesa es el debido a la realización del trabajo, es decir el "metabolismo de trabajo". Sin embargo, si queremos calcular o definir la actividad física máxima, es necesario establecer el consumo energético total, que incluye los siguientes factores:

- | | | |
|---|---|---------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • El oficio ó profesión • La actividad | } | UNE-EN 28996 ⁵ |
| <ul style="list-style-type: none"> • La postura corporal • El tipo de trabajo | } | Método LEST ⁶ |

⁴ www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/.../ntp_323.pdf

⁵ Normas sobre ergonomía: Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico. (ISO 8996:1990). <http://www.elergonomista.com/normasune.htm>

- El desplazamiento
- La carga manipulada

Existen varios métodos para determinar el gasto energético, que se basan en la consulta de tablas o en la medida de algún parámetro fisiológico. En la tabla 1 se indican los que recoge la ISO 8996, clasificados en niveles según su precisión y dificultad.

NIVEL	MÉTODO	PRECISIÓN	ESTUDIO DEL PUESTO DE TRABAJO
I	A. Clasificación en función del tipo de actividad	Informaciones imprecisas con riesgo de errores muy importantes	No necesario
	B. Clasificación en función de las profesiones		Información sobre el equipamiento técnico y a organización
II	A. Estimación del metabolismo a partir de los componentes de la actividad.	Riesgo elevado de errores	Estudio necesario de los tiempos
	B. Utilización de tablas de estimación por actividad tipo	Precisión $\pm 15\%$	No necesario
	C. Utilización de la frecuencia cardíaca en condiciones determinadas		
III	Medica	Riesgo de errores en los límites de precisión de la medica y del estudio de los tiempos. Precisión $\pm 5\%$	Estudio necesario de los tiempos

Tabla 2.36 Métodos para determinar el gasto energético. ISO 8996

Fuente: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf

Consumo metabólico según el tipo de actividad

Mediante este sistema se puede clasificar de forma rápida el consumo metabólico en reposo, ligero, moderado, pesado o muy pesado, en función del tipo de actividad desarrollada. El término numérico que se obtiene representa sólo el valor medio, dentro de un intervalo posible demasiado amplio. Desde un punto de vista cuantitativo el método permite establecer con cierta rapidez cual es el nivel

⁶ El método Lest fue desarrollado por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail (L.E.S.T.), del C.N.R.S., en Aix-en-Provence en 1978 y pretende la evaluación de las condiciones de trabajo de la forma más objetiva y global posible, estableciendo un diagnóstico final que indique si cada una de las situaciones consideradas en el puesto es satisfactoria, molesta o nociva.
<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/lest/lest-ayuda.php>

aproximado de metabolismo. Por su simplicidad es un método bastante utilizado. En la tabla 2.22 se representa la mencionada clasificación por tipos de actividad.

CLASE	W/m ²
Reposo	65
Metabolismo ligero	100
Metabolismo moderado	165
Metabolismo elevado	230
Metabolismo muy elevado	290

Tabla 2.37 Clasificación del metabolismo por tipo de actividad

Fuente: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf

Consumo metabólico según la profesión

Se obtiene el consumo metabólico a través de tablas (Tabla 2.23) que lo relacionan con diferentes profesiones. Hay que tener en cuenta que en los valores que figuran en dicha tabla se incluye el metabolismo basal.

Profesión	Metabolismo W/m ²	Profesión	Metabolismo W/m ²	Profesión	Metabolismo W/m ²
ARTESANOS		INDUSTRIA SIDERÚRGICA		IMPRESA	
Albañil	110 a 160	Obrero de altos hornos	170 a 220	Compositor manual	70 a 95
Carpintero	110 a 175	Obrero de horno eléctrico	125 a 145	Enesudernador	75 a 100
Vidriero	90 a 125	Moldeador a mano	140 a 240	AGRICULTURA	
Pintor	100 a 130	Moldeador a máquina	105 a 165	Jardinero	115 a 190
Panadero	110 a 140	Fundidor	140 a 240	Conductor de tractor	85 a 110
Carnicero	105 a 140			CIRCULACIÓN	
Relojero	55 a 70	FERRETERÍA Y CERRAJERÍA		Conductor de coche	70 a 90
INDUSTRIA MINERA		Herrero forjador	90 a 200	Conductor de autocar	75 a 125
Empujador de vagonetas	70 a 85	Soldador	75 a 125	Conductor de tranvía	80 a 115
Picador de hulla (estratificación base)	140 a 240	Tornero	75 a 125	Conductor de trolebús	80 a 125
Obrero de horno de coque	115 a 175	Fresador	80 a 140	Conductor de grúa	65 a 145
		Mecánico de precisión	70 a 110	PROFESIONES DIVERSAS	
				Laborante	85 a 100
				Profesor	85 a 100
				Vendedora	100 a 120
				Secretaria	70 a 85

Tabla 2.38 Clasificación del metabolismo según la profesión

Fuente: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf

Cálculo del Consumo Metabólico por Tablas

La estimación del consumo metabólico a través de tablas implica aceptar unos valores estandarizados para distintos tipos de actividad, esfuerzo, movimiento, etc. y suponer, tanto que la población a la cual se aplicara el estudio se ajusta a la que sirvió de base para la elaboración de las tablas, como que las acciones

generadoras de un gasto energético son, en el caso en el que se esté aplicando, las mismas que las expresadas en las tablas. Estos dos factores constituyen las desviaciones más importantes respecto de la realidad y motivan que los métodos de estimación del consumo metabólico mediante tablas ofrezcan menor precisión que los basados en mediciones de parámetros fisiológicos. A cambio son mucho más fáciles de aplicar y en general son más utilizados.

Partiendo de la Fórmula

$$GE = MB + GE (\text{trabajo}) + GE (\text{calor})$$

Donde:

GE = Gasto Energético

MB = Metabolismo Basal

GE (trabajo) = Gasto Energético por tipo de profesión

GE (calor) = Gasto Energético en condiciones ambientales extremas

$$GE (\text{trabajo}) = GET$$

$$GET = UNE \dots EN 28996 + \text{Método LEST}$$

$$GET = P + (k_1 + k_2 + k_3 + k_4)$$

Donde:

P = Consumo metabólico según la profesión

k_1 = Consumo metabólico por postura corporal x minutos diarios

k_2 = Consumo metabólico por desplazamiento sin Carga x minutos diarios

k_3 = Consumo metabólico por esfuerzos musculares sin carga x minutos diarios

k_4 = Consumo metabólico por carga desplazada, levantada o subida

TABLA K₁: Posturas

Gasto Energético por la posición del cuerpo, independientemente del desplazamiento.

No incluye el metabolismo basal

Consumo metabólico diario = Duración de la postura (minutos diarios) X K₁

TABLA K ₁ : Posturas		
POSTURA	POSICION	K1 (Kcal/min)
SENTADO	Normal	0.05
	Curvado	0.09
	Brazos por encima de los hombros	0.10
DE PIE	Normal	0.16
	Curvado	0.21
	Fuertemente Curvado	0.40
	Brazos por encima de los hombros	0.14
ARRODILLADO	Normal	0.27
	Curvado	0.04
	Brazos por encima de los hombros	0.09
	Brazos elevados	0.06
EN CUNCLILLAS	Normal	0.26

Tabla 2.39 Posturas

Fuente: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf

TABLA K₂: Desplazamientos sin carga

Consumo Metabólico diario = Desplazamientos (en metros diarios) X (minutos diarios) X K₂

TABLA K ₂ : Desplazamientos sin carga	
HORIZONTAL	0.048
ASCENDIENDO	0.73
DESCENDIENDO	0.20
No incluyen el metabolismo basal (1,1 Kcal/min)	

Tabla 2.40 Desplazamientos sin carga

Fuente: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf

TABLA K₃: Esfuerzo musculares sin carga

Gasto energético por esfuerzos de los músculos activos en diferentes sectores corporales Consumo metabólico diario= Duración del esfuerzo (minutos diarios) X K₃

TABLA K₃: Esfuerzo musculares sin carga

ZONAS DEL CUERPO AFECTADA	INTENSIDAD DEL ESFUERZO	K ₃ (Kcal/min)
1 O 2 MANOS	Ligero	0.50
	Medio	0.80
	Pesado	1.00
1 BRAZO	Ligero	0.90
	Medio	1-40
	Pesado	2.00
2 BRAZOS	Ligero	1.70
	Medio	2.20
	Pesado	2.80
1 O 2 PIERNAS	Ligero	0.70
	Medio	1.10
	Pesado	1.50
CUERPO ENTERO	Ligero	3.20
	Medio	5.00
	Pesado	7.20

Tabla 2.41 Esfuerzo muscular sin carga

Fuente: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf

TABLA K₄: Carga desplazada, levantada, ó subida

Gasto Energético por manipulación de cargas, en Kcal/min

Consumo Metabólico diario según fórmula de K₄.

TABLA K ₄ : Carga desplazada, levantada, ó subida					
CARGA (Kg)	K llevar	K elevar	K bajar	K ascender	K descender
0	0.047	0.32	0.08	0.73	0.20
2	0.049	0.35	0.09	0.74	0.21
5	0.051	0.38	0.11	0.75	0.22
7	0.052	0.41	0.14	0.77	0.24
10	0.054	0.49	0.18	0.80	0.27
12	0.056	0.53	0.21	0.83	0.30
15	0.059	0.6	0.26	0.86	0.33
18	0.062	0.66	0.32	0.90	0.37
20	0.065	0.75	0.36	0.93	0.40
22	0.068	0.83	0.4	0.96	0.42
25	0.072	0.94	0.46	1.00	0.46
27	0.076	1.04	0.52	1.02	0.48
30	0.08	1.19	0.59	1.07	0.52

32	0.083	1.32	0.67	1.11	0.55
35	0.09	1.52	0.75	1.15	0.59
37	0.094	1.68	0.82	1.18	0.62
40	0.1	1.9	0.94	1.24	0.67
45	0.111	2.37	1.20	1.33	0.76
50	0.122	2.97	1.55	1.42	0.86

Tabla 2.42 Carga levantada, desplazada o subida

Fuente: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf

2.2.3.4. Valoración del Ciclo de Trabajo

A. Definiciones Generales

- **Aclimatación:** Es la adaptación fisiológica gradual que mejora la habilidad del individuo para tolerar la sobrecarga térmica, manteniendo su temperatura interna en el rango normal, sin presentar acumulación de calor al interior del organismo.
- **Carga o sobrecarga térmica:** Cantidad de calor que el organismo puede intercambiar con el ambiente y que ha de disiparse para mantener constante la temperatura interna. Es la carga de calor neta a la que están expuestos los trabajadores por la contribución combinada de calor metabólico y de los factores ambientales externos: temperatura del aire, humedad, calor radiante, velocidad del aire y el efecto de la vestimenta.
- **Calor Radiante(R):** Forma de calor transmitido por ondas electromagnéticas (principalmente de rango de infrarrojo de onda larga), por lo que no requiere un medio material para su transferencia; puede propagarse en el vacío. Depende de la emitancia de la superficie (capacidad de emisión de radiación de la superficie), área de la superficie emisora y diferencia a la cuarta potencia entre las temperaturas del cuerpo y del ambiente.
- **Temperatura de bulbo seco (Tbs):** Es la temperatura medida por un sensor, anteriormente un termómetro de mercurio, actualmente un dispositivo electrónico, que debe protegerse de fuentes de radiación directa. Se expresa en grados centígrados.
- **Temperatura de Bulbo Húmedo Natural (Tbh):** Es la temperatura medida por un sensor húmedo (tal como un bulbo de termómetro de mercurio cubierto

por una manga de gasa húmeda, o un sensor recubierto con una mecha húmeda).

- **Temperatura de Globo (Tg):** Es la temperatura medida por un sensor ubicado al interior de una esfera delgada de cobre pintada de color negro mate y de diámetro calibrado (6 o 3”). El globo representa el componente de calor radiante.
- **Descanso (o hacer alto en el trabajo):** Esta clase de retraso aparece rara vez En un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse a la fatiga. La duración del descanso para sobrellevar la fatiga variará, como es natural, según la clase de trabajo y según las características del operario que lo ejecuta.
- **Valores límites permisibles**
Estos valores se refieren a las condiciones del estrés calórico a las que se supone todos los trabajadores pueden estar expuestos en forma reiterada sin sufrir efectos adversos.
El índice de temperatura de globo de bulbo húmedo (TGBH) es la técnica más simple y adecuada para medir los factores ambientales.

B. Estudio de Tiempos

Tiempo Estándar

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una operación.

Para determinar el tiempo estándar se sigue dos etapas:

- Determinación del número de ciclos
- Cálculo del tiempo estándar.

Tiempo Normal

Es el TN que un operario capacitado, conocedor del trabajo y desarrollándolo a un ritmo normal, emplearía en la ejecución de la tarea objeto del estudio. Su valor se determina por la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo ciclo real} \times \text{Factor de evaluación}$$

Suplementos al Tiempo Normal

Existen factores que imposibilitan al operario alcanzar la producción determinada por el tiempo normal, por lo que es necesario agregar suplementos a éste para convertirlo en tiempo estándar, estos suplementos se dividen en tres:

- **Suplementos personales:** Incluyen interrupciones para ir al baño, llamadas telefónicas, acudir a las fuentes de agua, y similares, para esta categoría de interrupciones es común asignar el 5% estos fluctúan entre el 4% y 7%.
- **Suplementos por fatiga o descansos:** Es un suplemento para compensar los descansos necesarios por la fatiga ocasionada por el trabajo.
 - Monotonía y tedio.
 - Concentración y atención.
 - Esfuerzo mental
 - Posturas anormales.
 - Uso de fuerza. (Movimientos de cargas pesadas)
 - Condiciones ambientales adversas como temperatura, humos, falta de visibilidad, entre otros.
 - Ausencia de descansos apropiados.

La magnitud de este suplemento, para trabajos ligeros usualmente se aplica un 5% y en trabajos pesados llega a ser hasta un 20%

En general los suplementos y la determinación de los mismos se basan en la tabla Anexo 2.

Los suplementos totales para trabajos ligeros bien estudiados fluctúan entre el 8% y el 15%, mientras que los suplementos totales para trabajos medianos usualmente oscilan entre el 12% y el 40%.⁷

Diagrama de operaciones de proceso.

⁷ Consultoría Integral para la excelencia en manufactura - www.lichtle.com.mx

Es una representación grafica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye además toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancia recorrida cantidad considerada y tiempo requerido.

Muestra la secuencia cronológicamente todas las operaciones del taller o maquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada del la materia prima hasta el empaque o arreglo final.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformación de la materia prima
	Inspección	Revisión de calidad de la pieza trabajada
	Inspección operación	Realizar una operación y revisar la calidad

Tabla 2.43 Símbolos del diagrama de operaciones
Fuente: Estudio de tiempo y movimientos para la manufactura ágil Fred E. Meyers

C. Cálculo TGBH o Estrés Térmico

En nuestro ambiente laboral lo más impactante es la temperatura a la que están expuestos los trabajadores por lo que se requiere este cálculo para el suplemento por condiciones atmosféricas.

Habiendo analizado los métodos fisiológicos más comunes para evaluar la carga calórica, es necesario señalar que las mediciones de calor ambiental y humedad son útiles para establecer como contribuyen estas variables a la carga de trabajo. Los factores ambientales que se evalúan generalmente son:

- Temperatura del aire. Si la temperatura de la piel es más alta que la del aire, entonces el enfriamiento se producirá por convección

- Velocidad del aire. La velocidad del aire también afecta la convección y evaporación del sudor
- Humedad relativa. El aire saturado de humedad reduce la evaporación del sudor
- Temperatura radiante. Es la temperatura media de todos de los objetos adyacentes, incluida la radiación solar, e influye en el intercambio directo de calor entre el ser humano y dichos objetos.

Ha habido numerosos intentos por combinar las diferentes variables mencionadas, buscando un índice que las integre para determinar la sobrecarga térmica. Se analizará el índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH) que es el descrito en el Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (Decreto 745, del Ministerio de Salud). Es importante que los empresarios de servicio y profesionales, tengan información sobre este índice, porque puede ser uno de los factores considerados en casos de evaluación de trabajos para su calificación legal como trabajo pesado. El TGBH también es recomendado en la norma ISO 7243, para la evaluación de sobrecarga térmica en ambientes calurosos.

Una de las críticas mayores que se hace a este índice, es que no incluye la velocidad del aire. Sin embargo, se debe considerar que el movimiento del aire afecta a la temperatura de globo, luego este factor está indirectamente incluido en el índice.

Trabajo al aire libre con carga solar:

$$TGBH = 0,7 TBH + 0,2 TG + 0,1 TBS$$

Trabajo al aire libre sin carga solar, o bajo techo:

$$TGBH = 0,7 TBH + 0,3 TG$$

Donde:

TBH = Temperatura de bulbo húmedo natural, en °C

TG = Temperatura de globo, en °C

TBS = Temperatura de bulbo seco, en °C.

2.2.3.5. Estudio Ergonómico

A. El esfuerzo físico y postural en el trabajo

La realización de movimientos rápidos de forma repetida, aun cuando no supongan un gran esfuerzo físico, el mantenimiento de una postura que suponga una contracción muscular continua de una parte del cuerpo (por ejemplo, mobiliario o herramientas inadecuadas), o la realización de esfuerzos más o menos bruscos con un determinado grupo muscular y la manipulación manual de cargas, pueden generar alteraciones por sobrecarga en las distintas estructuras del sistema osteomuscular al nivel de los hombros, la nuca o los miembros superiores.

B. Consecuencias de los factores de riesgo ergonómico

Las consecuencias están involucradas en la aparición de lesiones, accidentes, errores y bajo desempeño, todo esto dependiendo de la actividad, frecuencia del trabajo, y entorno laboral que se esté desempeñando por el trabajador, para determinarlas específicamente se requiere un análisis en la actividad laboral.

2.2.3.6. Seguridad Industrial

A. Definición



La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Parte del supuesto de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión.⁸

Cabe destacar que la seguridad industrial siempre es relativa, ya que es imposible garantizar que nunca se producirá ningún tipo de accidente. De todas formas, su misión principal es trabajar para prevenir los siniestros.

⁸ “<http://definicion.de/seguridad-industrial.>”

B. Esquema de programa de Higiene y Seguridad Industrial⁹

- **Panoramas de factores de riesgo laboral:** Es el estudio mediante el cual se reconocen, localizan, y cuantifican los factores de riesgo a los cuales están expuestos los funcionarios en sus áreas de trabajo.
- **Visitas a puestos de trabajo:** Son los desplazamientos que los funcionarios de la sección de salud ocupacional realizan hacia un sitio de trabajo para verificar las condiciones y/o estado que se encuentra éstos en cuanto a la higiene y la seguridad industrial.
- **Inspección:** Es la primera revisión que se hace de las situaciones. A partir de ésta se pueden derivar visitas de control, mediciones y recomendaciones que se consignan en un documento de control.
- **Investigación de accidentes de trabajo:** Todo suceso considerado accidente de trabajo es investigado por la Sección de Salud Ocupacional. No es solicitado.

2.2.3.7.Salud Ocupacional

A. Definición

Salud Ocupacional es una ciencia que busca proteger y mejorar la salud física, mental, social y espiritual de los trabajadores en sus puestos de trabajo, repercutiendo positivamente en la empresa

B. Programa de Salud Ocupacional

- **Que es el programa de salud ocupacional**

“<http://saludocupacional.univalle.edu.co/higieneyseguridad.htm>.” El Programa de Salud Ocupacional, consiste en la planeación y ejecución de actividades de medicina, seguridad e higiene industrial, que tienen como objetivo mantener y mejorar la salud de los trabajadores en las empresas.

⁹ “<http://saludocupacional.univalle.edu.co>.”.

- **Objetivos del Programa de Salud Ocupacional**

- Definir las actividades de promoción y prevención que permitan mejorar las condiciones de trabajo y de salud de los empleados.
- Identificar el origen de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales y controlar los factores de riesgo relacionados.

2.2.3.8. Prevención de Enfermedades Profesionales

En las condiciones de trabajo se sintetiza la forma como la actividad laboral determina la vida humana, en ellas se debe tener en cuenta los factores de riesgos a los cuales está sometido el trabajador, así como los elementos que contribuyen para que una condición riesgosa se convierta en un evento trágico¹⁰.

A. Riesgo

Para el Ministerio de Trabajo “Riesgo es la posibilidad de que un objeto, sustancia, material o fenómeno pueda desencadenar alguna perturbación en la salud o integridad física del trabajador”.

B. Factores de Riesgo

El riesgo constituye la posibilidad general de que ocurra algo no deseado, mientras que el *factor de riesgo* actúa como la circunstancia desencadenante, por lo cual es necesario que ambos ocurran en un lugar y un momento determinados, para que dejen de ser una opción y se concreten en afecciones al trabajador¹¹.

Los TME (Traumas Musculo-esqueléticos) pueden originarse a partir de múltiples factores.

FACTORES FÍSICOS
Aplicación de fuerza, como por ejemplo, el levantamiento, el transporte, la tracción, el empuje y el uso de herramientas.
Movimientos repetitivos.
Posturas forzadas y estáticas, como ocurre cuando se mantienen las manos por encima del nivel de los hombros o se permanece de forma prolongada en posición de pie o sentado.

10 “<http://www.prevencionenriesgoslaborales.com/riesgos-laborales-en-la-construccion.html>.”

11 “ARENAS MONSALVE, Germán. Los Riesgos de Trabajo y la Salud Ocupacional en Colombia. Bogotá. Legis. 1991”

Presión directa sobre herramientas y superficies.
Vibraciones.
Entornos fríos o excesivamente calurosos.
Iluminación insuficiente que, entre otras cosas, puede causar un accidente.
Niveles de ruido elevados que pueden causar tensiones en el cuerpo.
FACTORES ORGANIZATIVOS Y PSICOSOCIALES
Trabajo con un alto nivel de exigencia, falta de control sobre las tareas efectuadas y escasa autonomía.
Bajo nivel de satisfacción en el trabajo.
Trabajo repetitivo y monótono a un ritmo elevado.
Falta de apoyo por parte de los compañeros, supervisores y directivos.
FACTORES INDIVIDUALES
Historial médico.
Capacidad física.
Edad.
Obesidad.
Tabaquismo.

*Tabla 2.44 Factores que potencialmente contribuyen al desarrollo de TME
Fuente: ARENAS MONSALVE, Germán. Los Riesgos de Trabajo y la Salud Ocupacional*

Factores físicos	% Reportado
Posturas forzadas	38%
Movimientos repetitivos	37%
Manipulación de cargas	15%
Fuerzas importantes	15%

*Tabla 2.45 Factores de riesgo físico más importantes y porcentaje de trabajadores expuestos
Fuente: ARENAS MONSALVE, Germán. Los Riesgos de Trabajo y la Salud Ocupacional*

2.2.3.9. Índices y Costos de Enfermedades Profesionales

A) Índices

Para establecer comparaciones de forma directa entre categorías de una misma variable, los instrumentos idóneos son los índices o tasas que permiten analizar las relaciones entre los siniestros y la población de referencia.

- 1. Índice de Incidencia:** Expresa la cantidad de trabajadores o personas siniestradas por motivo y/o en ocasión del empleo, incluidas las enfermedades profesionales en un período de 1 año, por cada mil trabajadores expuestos.

2. **Índice de Frecuencia:** Expresa la cantidad de trabajadores o personas siniestradas por motivo y/o en ocasión del empleo incluidas las enfermedades profesionales en un período de 1 año, por cada millón de horas trabajadas.
3. **Índice de Gravedad:** Los índices de gravedad calculados son dos, no excluyentes, pero sí complementarios.
 - a. **Índice de pérdida:** Lo que hemos de llamar índice de pérdida refleja cuántas jornadas de trabajo se pierden en el año, por cada mil trabajadores expuestos o promedio del total de personas que trabajan en cada instante del año. La definición de jornadas no trabajadas adoptada es la recomendada también por la OIT, e involucra el total de días corridos existentes entre la fecha del siniestro y la fecha de la finalización de la incapacidad laboral temporaria, sin contar el día del accidente ni el de regreso al trabajo.
 - b. **Duración Media de las Bajas:** La duración media de las bajas indica cuántas jornadas laborales se pierden, en promedio, por cada trabajador siniestrado que haya tenido uno o más días laborales caídos.
4. **Índice de incidencia para muertes:** Expresa cuántos trabajadores fallecen por motivo y/o en ocasión del empleo incluidas las enfermedades profesionales en un período de un año, por cada un millón de trabajadores expuestos o promedio del total de personas que trabajan en cada instante del año

En este sentido, debe señalarse que la Organización Internacional del Trabajo (OIT) recomienda el cálculo de los índices sólo considerando los siniestros que implican días laborales caídos y, en el caso de siniestros que significan la muerte del damnificado, recomienda también diferenciar entre aquellos que fallecen dentro de los 30 días posteriores al siniestro de los que mueren entre los 31 y 365 días posteriores.

B. Costes de Enfermedades Profesionales.

Los costes de los accidentes y las enfermedades profesionales: Pueden ser directos o indirectos.

- **Directos:** Gastos médicos, recuperación o no el trabajo, contratación de un suplente, gasto familiar para pagar auxiliares que lo cuiden en casa; formación del nuevo trabajador, adaptaciones si hacen falta.
- **Indirectos:** costes de imagen (ejemplo: empresa y accidente mortal)

2.3. Hipótesis

La valoración ergonómica permitirá reducir el índice de enfermedades profesionales de los trabajadores del taller mecánico del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul.

2.4. Señalamiento de Variables

2.4.1. Variable Independiente

Valoración ergonómica en los talleres mecánicos del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul

2.4.2. Variable Dependiente

Índice de enfermedades profesionales dentro de los talleres mecánicos del Bloque 15 – EPF del Consorcio Azul

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Enfoque

La presente investigación tendrá un enfoque cuali-cuantitativo debido a la correlación de conceptos prácticos y teóricos. Dentro del enfoque cuantitativo se buscará la causa real de los fenómenos, para explicarlos, controlarlos y predecir su cambio progresivo. De manera objetiva se analizará todo lo cuantificable dentro del proceso, mediante un control experimental, y una observación sistemática del comportamiento de una muestra.

En el enfoque cualitativo se pluralizará el método de estudio, observando profundamente una situación concreta, y llegar a la comprensión del fenómeno, teniendo una rigurosa descripción contextual de los hechos, garantizando la máxima captación de una realidad compleja mediante la recolección sistemática de datos que posibiliten el análisis e interpretación del fenómeno, en búsqueda de resultados.

3.2. Modalidad Básica de Investigación

3.2.1. Investigación de Campo

La investigación se basará en criterios recogidos en el lugar de trabajo, tomando contacto directo con la realidad, cuantificando variables y buscando soluciones para el problema planteado.

3.2.2. Investigación Bibliográfica - Documental

Con esta investigación se ampliarán todos los enfoques realizados dentro de los criterios de las variables del tema investigado, recopilando información textual y técnica de diferentes medios para dar soporte a los datos recopilados en campo,

además de ampliar y solucionar dudas o incógnitas que surjan durante el proceso de investigación y desarrollo.

3.3. Nivel o Tipo de Investigación

3.3.1. Exploratorio

Por ser un tema de poca difusión realizar una investigación exploratoria nos permitirá ampliar la visión de los diferentes enfoques y dificultades planteadas dentro del desarrollo de la investigación, y así obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre el contexto particular de la realidad de los hechos y actividades dentro del taller de mantenimiento mecánico del EPF.

3.3.2. Descriptivo

La investigación descriptiva se realizará al seleccionar una serie de actividades de cada función de los trabajadores dentro del taller mecánico del EPF, describiendo su complejidad para cuantificarlas de manera independiente dividiéndolas en varias variables que permitan profundizar el estudio para hallar soluciones al problema planteado.

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población

Durante la investigación se tomará como población a los trabajadores del taller mecánico del EPF, a los supervisores mecánicos del EPF y a su coordinador.

3.4.2. Muestra

Debido a que la población es muy reducida se trabajará con todo el universo.

3.5. Operacionalización de Variables

ABSTRACTO			CONCRETO	
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
<p>Valoración Ergonómica.- Análisis de posturas y desplazamientos del trabajador en relación a la función desempeñada.</p>	<p>Posturas y desplazamientos del trabajador</p> <p>Función Desempeñada</p>	<p>Posturas Forzadas</p> <p>Movimientos Repetitivos</p> <p>Soldar</p> <p>Esmerilar</p> <p>Montar</p>	<p>¿Qué estudios se han realizado sobre las posturas forzadas y movimientos repetitivos?</p> <p>¿Qué función desempeña el soldador?</p> <p>¿Qué función desempeña el esmerilador?</p> <p>¿Qué función desempeña el montador?</p>	<p>Entrevista a la coordinación del departamento de SSA, y departamento médico</p> <p>Entrevista a obreros y coordinador de taller mecánico</p>

ABSTRACTO			CONCRETO	
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
<p>Índice de enfermedades profesionales.- Cuantificación de daños producidos a los trabajadores dentro del ámbito laboral.</p>	Cuantificación de Daños	Dolencias temporales Enfermedades Profesionales	¿Con que frecuencia padece dolencias temporales? ¿Qué enfermedades profesionales se han presentado en su trabajo?	Encuesta a obreros, y trabajadores del taller mecánico, y al departamento médico
	Ámbito Laboral	Horarios de trabajo Salarios Jornadas Laborales	¿Está satisfecho con los horarios de trabajo? ¿El salario que recibe esta acorde al trabajo realizado? ¿Las jornadas laborales se cumplen regularmente?	Encuesta a obreros, y trabajadores del taller mecánico.

3.6. Recolección de Información

3.6.1. Plan de recolección de Información

La información durante la investigación se recopilará de diferentes fuentes como, el docente encargado de la tutoría del proyecto, el coordinador de SSA (Salud y Seguridad Ambiental) del Consorcio Azul, los trabajadores del taller de mantenimiento mecánico del EPF, los supervisores y coordinadores de obra, a través de entrevistas personales, encuestas y la observación continua de sus actividades laborales, además de las fuentes bibliográficas como libros, manuales, Internet, documentales, reportes, y otros documentos que sirvan de apoyo para la investigación.

3.7. Procesamiento y Análisis de Información

3.7.1. Plan que se empleará para procesar la información recogida

Se procederá a recopilar la información, cada suceso o características que captamos de la realidad, para conocer el entorno organizacional y ambiental en el que se desenvuelven los trabajadores del taller de mantenimiento mecánico el EPF, se realizarán matrices de datos para lograr un análisis verídico de la información obtenida, para procesarla, e identificar las necesidades dentro del acontecer de estudio, y así elaborar una guía de toma de decisiones acorde al problema estudiado.

3.7.2. Plan de análisis e interpretación de resultados

El análisis de la información se la realizará en la sección significativa de los datos, para convertir la información, en conocimiento, y de esta manera poder comprobar la hipótesis planteada dentro del problema de estudio, procesando la información y determinando las conclusiones y recomendaciones respectivas de acuerdo al análisis crítico realizado dentro de la investigación.