

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **DISEÑO DE DISPOSITIVO DE CONTROL DE POSTURA SAFEBACK PARA UNA ESTACIÓN DE TRABAJO ERGONÓMICA**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Sergio Andre Cusicanqui Espinoza**

**Código 20140381**

**Asesor**

**Luis Enrique Santos Figueroa**

Lima – Perú

Febrero de 2022





**SAFEBACK POSTURE CONTROL DEVICE  
DESIGN FOR AN ERGONOMIC  
WORKSTATION**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIII</b>
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problemática.....	1
1.2. Pregunta de investigación.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general .....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Justificación.....	2
1.4.1. Técnica .....	2
1.4.2. Económica .....	3
1.4.3. Social .....	3
1.4.4. De innovación.....	3
1.5. Hipótesis .....	3
1.5.1. Hipótesis General .....	3
1.5.2. Hipótesis específicas .....	3
1.6. Alcances y límites de investigación .....	4
1.7. Marco referencial.....	4
1.8. Marco conceptual .....	6
1.9. Glosario .....	8
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
2.1. Método de investigación.....	12
2.2. Tipo de investigación .....	12
2.3. Unidad de análisis.....	13
2.4. Población de estudio.....	13
2.5. Selección de muestra .....	13
2.6. Tamaño de muestra.....	13
2.7. Espacio .....	14
2.8. Tiempo.....	14

2.9. Técnicas de investigación.....	14
2.10. Instrumentos y procedimientos para la recolección de datos .....	15
2.11. Descripción de la empresa.....	20
2.12. Justificación de la elección de la empresa .....	21
2.13. Ubicación de la estación de trabajo .....	21
<b>CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL OPERARIO .....</b>	<b>23</b>
3.1. Antropometría del operario .....	23
3.2. Posturas y posiciones del cuerpo humano en el trabajo .....	27
3.3. Relación operario – estación de trabajo.....	29
3.4. Traumas acumulativos en el trabajo .....	31
3.5. Perspectiva del operario sobre la estación de trabajo .....	32
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DEL TRABAJO, DIMENSIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN .....</b>	<b>43</b>
4.1. Proceso de trabajo.....	43
4.2. Condiciones físicas.....	46
4.3. Dimensiones de la oficina y estación de trabajo actual .....	46
4.4. Condiciones ambientales de trabajo .....	49
4.5. Límites máximos y mínimos permisibles según normas.....	51
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS E INTERPRETACIÓN .....</b>	<b>57</b>
5.1. Esfuerzo postural .....	57
5.2. Iluminación.....	60
5.3. Exposición de ruido.....	60
<b>CAPÍTULO VI: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....</b>	<b>62</b>
6.1. Diseño de la estación de trabajo ergonómica .....	62
6.2. Diseño del dispositivo SafeBack .....	82
6.2.1. Componentes .....	82
6.2.2. Funcionamiento .....	88
6.2.3. Uso del dispositivo .....	88
6.3. Análisis comparativo de costos .....	90
6.3.1. Costos estimados de la propuesta de mejora .....	90
6.3.2. Costo estimado de tratamiento clínico para lumbalgias agudas y crónicas...91	
6.3.3. Análisis comparativo de costos .....	93
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>95</b>

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>98</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>108</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Técnicas e instrumentos de investigación.....	15
Tabla 2.2 Puntuación del tronco .....	15
Tabla 2.3 Puntuación del cuello.....	15
Tabla 2.4 Puntuación de piernas .....	16
Tabla 2.5 Puntuación de brazos .....	16
Tabla 2.6 Puntuación de antebrazo .....	16
Tabla 2.7 Puntuación de muñeca.....	17
Tabla 2.8 Puntuación general A.....	17
Tabla 2.9 Puntuación general B.....	18
Tabla 2.10 Puntuación carga o fuerza.....	18
Tabla 2.11 Puntuación tipo de agarre .....	19
Tabla 2.12 Puntuación general de C.....	19
Tabla 2.13 Puntuación de la actividad.....	20
Tabla 2.14 Puntuación final.....	20
Tabla 3.1 Media y desviación estándar de las medidas antropométricas (hombres).....	25
Tabla 3.2 Media y desviación estándar de las medidas antropométricas (mujeres).....	26
Tabla 4.1 Horarios de trabajo .....	46
Tabla 4.2 Límite máximo permisible de nivel de ruido.....	55
Tabla 5.1 Resultado de medición de iluminación.....	60
Tabla 5.2 Resultado de exposición de ruido .....	61
Tabla 6.1 Tabla antropométrica de la población masculina .....	62
Tabla 6.2 Tabla antropométrica de la población femenina.....	63
Tabla 6.3 Datos de la altura poplítea .....	68
Tabla 6.4 Datos de largura nalga-poplítea .....	69
Tabla 6.5 Datos de anchura de caderas.....	70
Tabla 6.6 Datos de anchura hombros.....	72
Tabla 6.7 Datos de altura sentado codo .....	73
Tabla 6.8 Datos de altura del codo .....	74
Tabla 6.9 Datos de alcance punta mano .....	75

Tabla 6.10 Costo promedio de la propuesta de estación de trabajo.....	90
Tabla 6.11 Costo promedio del dispositivo de control de postura Safeback.....	91
Tabla 6.12 Costo promedio de tratamiento para lumbalgia aguda .....	91
Tabla 6.13 Costo promedio de tratamiento para lumbalgia crónica .....	92
Tabla 6.14 Comparación entre costos promedio del dispositivo Safeback y tratamiento de lumbalgia aguda .....	93
Tabla 6.15 Comparación entre costos promedio del dispositivo Safeback y tratamiento de lumbalgia crónica.....	93





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Edificio Alide .....	21
Figura 3.1 Imagen de referencia para medidas antropométricas en posición sentada...	23
Figura 3.2 Imagen de referencia para medidas antropométricas en posición bípeda ....	24
Figura 3.3 Posición de pie incorrecta y correcta.....	27
Figura 3.4 Posición sentada incorrecta y correcta .....	28
Figura 3.5 Postura neutra y forzada en la oficina .....	29
Figura 3.6 Diseño adecuado de oficina.....	30
Figura 3.7 Permanencia en posición sedente .....	33
Figura 3.8 Percepción de comodidad sobre la estación de trabajo .....	34
Figura 3.9 Existencia de dolor de espalda .....	35
Figura 3.10 Frecuencia del dolor de la espalda .....	36
Figura 3.11 Realización de actividad con molestia .....	37
Figura 3.12 Interés sobre el dolor en la espalda .....	38
Figura 3.13 Conocimiento sobre traumas acumulativos.....	39
Figura 3.14 Disposición a usar el dispositivo SafeBack.....	40
Figura 3.15 Áreas del cuerpo donde se ha manifestado dolor durante el presente año .	41
Figura 4.1 Plano de la oficina .....	47
Figura 4.2 Estación de trabajo modelo tradicional .....	48
Figura 4.3 Estación de trabajo modelo oficina abierta .....	48
Figura 4.4 Iluminación adecuada de la estación de trabajo .....	49
Figura 4.5 Ruido en la oficina .....	50
Figura 4.6 Posicionamiento postural en los puestos de trabajo .....	53
Figura 5.1 Trabajador N°1 (Estación de trabajo modelo oficina abierta).....	57
Figura 5.2 Trabajador N°2 (Estación de trabajo modelo tradicional).....	59
Figura 6.1 Propuesta de estación de trabajo modelo tradicional vista diagonal frontal	64
Figura 6.2 Propuesta de estación de trabajo modelo open office vista diagonal elevada .....	64
Figura 6.3 Propuesta de estación de trabajo modelo tradicional vista frontal .....	65
Figura 6.4 Propuesta de estación de trabajo modelo tradicional vista lateral derecha .	65

Figura 6.5 Propuesta de estación de trabajo modelo open office vista diagonal frontal	66
Figura 6.6 Propuesta de estación de trabajo modelo open office vista superior	66
Figura 6.7 Propuesta de estación de trabajo modelo open office vista frontal	67
Figura 6.8 Propuesta de estación de trabajo modelo open office vista lateral derecha	67
Figura 6.9 Distribución normal de la altura poplítea	69
Figura 6.10 Distribución normal de largura nalga-poplítea	70
Figura 6.11 Distribución normal de anchura de caderas	71
Figura 6.12 Distribución normal de anchura de hombros	72
Figura 6.13 Distribución normal de la altura sentado codo	73
Figura 6.14 Distribución normal altura del codo	74
Figura 6.15 Distribución normal de alcance punta mano	76
Figura 6.16 Dimensionamiento general del soporte de laptop y monitor	78
Figura 6.17 Medidas y rotación del soporte de laptop	79
Figura 6.18 Articulaciones giratorias del soporte de la laptop y monitor	79
Figura 6.19 Vista frontal de la propuesta de estación de trabajo modelo tradicional	80
Figura 6.20 Vista planta de la propuesta de estación de trabajo modelo tradicional	81
Figura 6.21 Vista planta de la propuesta de estación de trabajo modelo oficina abierta	81
Figura 6.22 Vista frontal de la propuesta de estación de trabajo modelo oficina abierta	82
Figura 6.23 Placa Arduino UNO	83
Figura 6.24 Sensor Flex Arduino 2.2"	83
Figura 6.25 Buzzer pasivo	84
Figura 6.26 Jumpers macho-macho	84
Figura 6.27 Protoboard	85
Figura 6.28 Placa electrónica	86
Figura 6.29 Case protector vista frontal	86
Figura 6.30 Case protector vista diagonal	87
Figura 6.31 Camiseta de compresión	87
Figura 6.32 Ralph Lauren's PoloTech shirt	89
Figura 6.33 UpRight Go	89

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Prueba de normalidad de Anderson – Darling .....	109
Anexo 2: Resultados de las encuestas .....	128
Anexo 3: Formulario de preguntas para entrevista personal.....	132
Anexo 4: Cálculo de Ruido .....	133
Anexo 5: Resolución Ministerial 375-2008: Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico.....	134



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito el planteamiento de dos alternativas de prevención a los traumas acumulativos en la espalda para trabajadores de oficina siendo ambas un dispositivo de control de postura y una estación de trabajo del modelo “stand up office”.

Para el cumplimiento del objetivo, se ha empleado el método cuantitativo, cualitativo, analítico e inductivo. Como parte del desarrollo de la investigación, se realizó la medición antropométrica de usuarios y la percepción acerca de sus estaciones de trabajo; de igual manera, se analizó las actuales estaciones de trabajo, los factores ambientales de las oficinas y se aplicó el método REBA para el análisis de riesgo disergonómico. Entre los principales resultados destacan el registro de mediciones antropométricas de una muestra de 30 hombres y 30 mujeres, la predisposición del 89,8% de los encuestados en utilizar el dispositivo Safeback y, después de haber analizado las estaciones de trabajo de la empresa de servicios financieros utilizando el método REBA, se determinó que se requiere tomar una acción correctiva.

Con los datos recopilados, se diseñó una estación de trabajo que permite al usuario realizar sus actividades diarias alternando entre estar sentado o de pie considerando sus dimensiones antropométricas. Asimismo, se diseñó un dispositivo de control de postura “Safeback” que instruye al usuario a mantener una postura adecuada en cualquier posición. Ambas alternativas son complementarias y deberían ser aplicadas de manera simultánea para lograr la reducción óptima de riesgo disergonómico del trabajador.

Resulta importante mencionar que el siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo intrínseco la concientización de traumas acumulativos y su relación con la salud de los trabajadores de oficina; así como incentivar las investigaciones en campos de salud ocupacional, ergonomía e higiene postural en empresas.

**Palabras clave:** Ergonomía, estación de trabajo, método REBA, higiene postural, dispositivo de control de postura.

## ABSTRACT

The present research work has as a main purpose the approach of two prevention alternatives for the cumulative traumas on the back of office workers. Both alternatives have a posture control device and a workstation of the model “stand-up Office”.

For the fulfillment of the objective, the quantitative, qualitative, analytical and inductive method has been used in the investigation. As part of the research development, it has been made an anthropometric measurement of the users and the perception of their workstations. Similarly, it has been analyzed the current work places, the environmental factors of the offices, and it has been applied the REBA method for the dysergonomic risk analysis. The main results include the registration of anthropometric measurements of a sample of 30 men and 36 women, the predisposition of 89.8% of the respondents to use the Safeback device and, after having analyzed the workstations of the service financial company using the REBA method, it was determined that corrective action is required.

With the collected data, it has been designed a workplace that allows the user do his daily activities, alternating between sitting and standing, and considering the anthropometric dimensions. In the same way, a “SafeBack” posture control device has been designed, it instructs the user to keep a proper posture in any position. Both alternatives are complementary, they must be applied simultaneously to achieve the optimal reduction of the worker’s dysergonomic risk.

It is important to mention that this research work has as an intrinsic objective the cumulative trauma awareness and its relationship with the health of the office workers, as well as promoting research in occupational research fields, ergonomics and postural hygiene in companies.

**Keywords:** Ergonomics, work station, REBA method, postural hygiene, posture control device.