



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO

TEMA:

“ESTUDIO ERGONÓMICO DE PROCESOS EN EL ÁREA DE CLASIFICACIÓN DE
BRÓCOLI PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA PRO-FLORET DE LA
CIUDAD DE LATACUNGA”.

AUTOR: Darwin Arturo Potosi Telenchana

TUTOR: Ing. Mg. Alejandra Lascano

AMBATO - ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del presente Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema “ESTUDIO ERGONÓMICO DE PROCESOS EN EL ÁREA DE CLASIFICACIÓN DE BRÓCOLI PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA PRO-FLORET DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.”, elaborado por el señor Darwin Arturo Potosi Telenchana, egresado de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato. Certifico que el presente proyecto técnico es original de su autor ha sido revisado cada uno de sus capítulos y está concluido en su totalidad.

Ambato, 25 de Abril de 2017

.....
Ing. Mg. Alejandra Lascano.

TUTOR DEL PROYECTO TÉCNICO

AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO

Los criterios emitidos en el presente proyecto técnico con el tema “ESTUDIO ERGONÓMICO DE PROCESOS EN EL ÁREA DE CLASIFICACIÓN DE BRÓCOLI PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA PRO-FLORET DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.” Sus criterios como también las ideas, opiniones, resultados y conclusiones son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor.

Ambato, 25 de Abril de 2017

Autor

.....
Darwin Arturo Potosi Telenchana

C.I.: 180447375-7

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución

Cedo los Derechos de Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción del mismo dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato, 25 de Abril de 2017

Autor

.....
Darwin Arturo Potosi Telenchana

C.I.: 180447375-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, ya revisado en su totalidad el proyecto técnico realizado por el señor Darwin Arturo Potosi Telenchana de la carrera de Ingeniería Mecánica, aprueban el tema: “ESTUDIO ERGONÓMICO DE PROCESOS EN EL ÁREA DE CLASIFICACIÓN DE BRÓCOLI PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA PRO-FLORET DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.”

Ambato, 25 de Abril de 2017

Para constancia firma:

.....

Ing. Mg. Gustavo Patín

.....

Ing. Mg. Oscar Analuiza

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios, por brindarme salud y poder tener con vida a toda mi familia eso para mí significa una alegría inmensa. A mi padre Segundo Arturo Potosi ser que respeto mucho y darle las gracias por haberme dado la oportunidad de poner su confianza en mí, para lograr una meta más en la vida.

A mi madre María Esther Telenchana persona que amo y a la cual me ha enseñado el valor de la vida y que gracias a sus consejos y enseñanzas me guiaron por un buen camino para ser una persona de bien, infinitamente gracias mamá.

A mis hermanas Andrea y Erika muchísimas gracias por todo, por poner su entera confianza en mí, eternamente estarán en mi corazón queridas hermanas. A mi sobrino Ian Alejandro Aguilar Potosi que siempre me robaba una sonrisa cuando tenía días tristes los quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la sabiduría necesaria para alcanzar un logro más de mi vida, a mis padres, a mis hermanas, a mis tíos, mis primos y a mis verdaderos amigos que han sido parte de este logro.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a mis maestros que me brindaron su conocimiento necesario y a mi tutora por guiarme exitosamente en el desarrollo de mi proyecto técnico.

A la Empresa PRO-FLORET que me supo abrir las puertas de su noble empresa, al Ing. Iván Pilatuña, gerente de dicha empresa, al Ing. Luis Cunuhay y a sus trabajadores agradecerse de corazón por su apoyo total en el desarrollo del proyecto técnico.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

PÁGINA DE TÍTULO.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	XII
RESUMEN EJECUTIVO	XVIII

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 TEMA	1
1.2 ANTECEDENTES	1
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1Objetivo General	4
1.4.2Objetivos Específicos.....	4

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS	5
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.2.1FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	6
2.2.2RIESGO LABORAL	6

2.2.3	Clasificación de los riesgos laborales	6
2.2.4	Factores de riesgo ergonómico.....	7
2.2.5	Ergonomía	7
2.2.6	Clasificación de la ergonomía	8
2.2.7	Puesto de trabajo	12
2.2.8	El trabajo que se realiza de pie.....	12
2.2.9	Gestión de riesgos	13
2.2.10	Identificación de riesgos laborales	14
2.2.11	Estimación de riesgos laborales	15
2.2.12	Evaluación de riesgos.....	17
2.2.13	Control de riesgos	17
2.2.14	Métodos de evaluación.....	18
2.2.15	Método Check List OCRA.....	19
2.2.16	Método Job Strain Index (Índice de esfuerzo laboral).	21
2.2.17	Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment).....	22
2.2.18	Método Ergo-IBV: Módulo Tareas Repetitivas.	23
2.2.19	Manipulación Manual de Cargas (MMC).	25
2.2.20	Manipulación Manual de Cargas: Método NIOSH.....	27
2.2.21	Método: Guía de levantamiento de cargas de INSHT.	28
2.2.22	Método: Tablas de SNOOK Y CIRELLO.	29
2.2.23	Posturas forzadas.....	30
2.2.24	Posturas forzadas: Método RULA	33
2.2.25	Confort Térmico.....	34
2.2.26	Métodos ergonómicos para el análisis del confort térmico.....	39
2.2.27	Confort Térmico: Método FANGER	42
2.2.28	Equilibrio térmico	48
2.2.29	Cálculo del porcentaje de personas insatisfechas (PPD).....	49
2.2.30	Estimación de la sensación térmica.....	50
2.2.31	Ambiente laboral	50
2.2.32	Tipos de calibres	51
2.2.33	Descripción del área clasificadora	51
2.2.34	Proceso de producción	52
2.2.35	Recepción de materia prima.....	54

2.2.36	Corte y floreteado.....	55
2.2.37	Pesaje.....	55
2.2.38	Hidratación y almacenamiento.....	56

CAPÍTULO III
DISEÑO DEL PROYECTO

3.1	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	57
3.1.1	Método ordinal corregido de criterios ponderados.....	57
3.1.2	Asignación de valores de ponderación.....	57
3.1.3	Selección del método para el movimientos repetitivos.....	58
3.1.4	Métodos de evaluación.....	58
3.1.5	Selección del método (Check List OCRA).....	59
3.1.6	Selección del método para la manipulación manual de cargas (MMC).....	63
3.1.7	Métodos de evaluación.....	63
3.1.8	Selección del método (Ecuación NIOSH).....	64
3.1.9	Selección del método para posturas forzadas.....	68
3.1.10	Métodos de evaluación.....	69
3.1.11	Selección del método (RULA).....	69
3.1.12	Selección del método para el confort térmico.....	73
3.1.13	Métodos de evaluación.....	74
3.1.14	Selección del método (FANGER).....	74
3.2	Evaluación del riesgo ergonómico movimientos repetitivos: Método Check List OCRA.....	77
3.2.2	Evaluación del riesgo ergonómico posturas forzadas: Método RULA.....	90
3.2.3	Evaluación del riesgo ergonómico manipulación manual de carga (MMC): Método Ecuación NIOSH.....	111
3.2.4	Evaluación del riesgo físico confort térmico: Método FANGER.....	117
3.2.5	Determinación de PMV (voto medio estimado).....	121
3.2.6	Equipo para medir los parámetros medioambientales Modelo HT30.....	123
3.2.7	Estrategia de medición evaluación del confort térmico.....	124
3.2.8	Horarios de medición.....	124
3.2.9	Número de mediciones.....	125

3.2.10 Duración de las mediciones	125
3.2.11 Ubicación del equipo.....	125
3.2.12 Diseño antropométrico de la estación de trabajo	138
3.2.13 Dimensiones antropométricas en posición de pie	139
3.2.14 Diseño antropométrico del puesto de trabajo.....	141
3.2.15 Cálculos o Modelo Operativo	142
3.2.16 Propuesta de plan de control	133
3.3 Presupuesto de la Investigación.	175

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES	176
4.2 RECOMENDACIONES	178
Bibliografía	179
Anexos.....	183
Anexo 1: Fundamento Legal.....	185
Anexo 2: Fotos de Medición de Velocidad de Aire y Temperatura.	186
Anexo 2: Fotos del proceso de Floreteo de brócoli.....	188
Anexo 3: Fotos del proceso de Pesaje de Brócoli.	189
Anexo 4: Anemómetro PLCOME: Anemómetro Digital de Alta Calidad Mini Digital con Sensor de Presión De Alta Precisión LED de Instrumentos de Medición de la Velocidad Del Viento	190
Anexo 5: Medidor de Estrés térmico WBGT Heat Stress Meter Model HT30.	192
Anexo 6: Certificado de Caibracion.....	192
Anexo 7: Manipulación manual de cargas ecuación NIOSH.....	195
Anexo 8: Evaluación Movimientos Repetitivos.	196
Anexo 9: Registro de mediciones del confort térmico, Área de Corte de Pella de Brócoli.....	200
Anexo 10: Registro de mediciones del confort térmico, Área de Pesaje Gavetas de Brócoli.....	201
Anexo 11: Matriz de Riesgos Laborales de la empresa PRO-FLORET.....	202

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Probabilidad de ocurrencia.	15
Tabla 2: Gravedad del daño.	16
Tabla 3: Vulnerabilidad del riesgo.	16
Tabla 4: Cualificación o estimación cualitativa del riesgo con el método triple criterio PGV.	17
Tabla 5: Principales Métodos de Evaluación de Movimientos Repetitivos.	19
Tabla 6: Valoración del riesgo según Checklist OCRA.	21
Tabla 7: Puntuaciones del Job Strain Index.	22
Tabla 8: Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.	23
Tabla 9: Posturas de las tres zonas corporales.	23
Tabla 10: Intensidad del esfuerzo de la mano.	24
Tabla 11: Niveles de riesgo método Ergo/IBV.	24
Tabla 12: Zonas de riesgo según los valores del índice de levantamiento obtenidos.	28
Tabla 13: Límites de carga transportada diariamente en un turno de 8 horas en función de la distancia de transporte.	29
Tabla 14: Consideraciones de Valoración.	34
Tabla 15: Factores y Parámetros que determinan el Confort Térmico.	36
Tabla 16: Resumen del reglamento sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (real decreto 486/1997).	37
Tabla 17: Diferentes Métodos y ventajas.	41
Tabla 18: Selección de Métodos.	41
Tabla 19: Valores de Aislamiento de ropa.	44
Tabla 20: Metabolismo para distintos tipos de actividades.	44
Tabla 21: Variables que intervienen en el balance térmico.	46
Tabla 22: Variables que intervienen en la ecuación de Fanger.	47
Tabla 23: Valores de los seis parámetros fundamentales.	49
Tabla 24: Sensación térmica en función del valor del voto medio estimado.	50
Tabla 25: Tipos de Calibres que Cortan en la empresa PRO-FLORET.	51
Tabla 26: Valoración de parámetros para la selección de alternativas.	59
Tabla 27: Evaluación del criterio “La postura y movimientos forzados”.	60

Tabla 28: Evaluación del criterio “La fuerza requerida”	60
Tabla 29: Evaluación del criterio “La frecuencia de movimientos”	60
Tabla 30: Evaluación del criterio “Velocidad de Trabajo”	61
Tabla 31: Evaluación del criterio “Ritmo de trabajo”	61
Tabla 32: Evaluación del criterio “Duración del Esfuerzo”	61
Tabla 33: Evaluación del criterio “Repetitividad Ciclo de trabajo”	62
Tabla 34: Valoración de Criterios	62
Tabla 35: Clasificación de Métodos para la Evaluación de Levantamiento Manual de Cargas.....	64
Tabla 36: Evaluación del criterio “Posturas y movimientos a la hora de levantar y depositar la carga”	65
Tabla 37: Evaluación del criterio “Ritmo de trabajo: levantamientos por minuto” ..	65
Tabla 38: Evaluación del criterio “Características de la carga”	66
Tabla 39: Evaluación del criterio “Tiempo de exposición”	66
Tabla 40: Evaluación del criterio “Periodos de recuperación”	67
Tabla 41: Evaluación del criterio “Peso de los objetos manipulados”	67
Tabla 42: Valoración de Criterios	68
Tabla 43: Clasificación de Métodos para la Evaluación de Posturas Forzadas	70
Tabla 44: Evaluación del criterio “Hombro, codo, muñeca y piernas”	70
Tabla 45: Evaluación del criterio “Frecuencia de Movimientos”	71
Tabla 46: Evaluación del criterio “Posturas de trabajo (Tronco y cuello)”	71
Tabla 47: Evaluación del criterio “Duración de la Postura”	71
Tabla 48: Evaluación del criterio “Estrés físico”	72
Tabla 49: Evaluación del criterio “Periodos de Recuperación”	72
Tabla 50: Valoración de Criterios	73
Tabla 51: Clasificación de Métodos para la Evaluación de Confort Térmico	74
Tabla 52: Evaluación del criterio “Sensación Térmica”	75
Tabla 53: Evaluación del criterio “Aislamiento Térmico de la Ropa”	75
Tabla 54: Evaluación del criterio “Estrés Térmico por calor”	76
Tabla 55: Evaluación del criterio “Parámetros Ambientales”	76
Tabla 56: Evaluación del criterio “Estrés térmico por exposición al frío”	76
Tabla 57: Valoración de Criterios	77
Tabla 58: El número de Acciones Técnicas Realizadas	78

Tabla 59: Evaluación de la duración neta de la tarea repetitiva y la duración neta del ciclo de trabajo.	79
Tabla 60: Calculó la duración del tiempo de ciclo y la duración neta de la tarea.	81
Tabla 61: Obtención del índice Check List OCRA de un puesto de trabajo. Extremidad Derecha.	81
Tabla 62: Obtención del índice Check List OCRA de un puesto de trabajo. Extremidad Izquierda.	83
Tabla 63: Resumen de evaluación aplicando el método check list OCRA en el área de floreteo.	86
Tabla 64: Resumen de la evaluación con el Método Check List OCRA.	87
Tabla 65: Puntuación del Brazo.	90
Tabla 66: Puntuación del Antebrazo.	91
Tabla 67: Puntuación de la Muñeca.	92
Tabla 68: Puntuación del Cuello.	93
Tabla 69: Puntuación del Tronco.	94
Tabla 70: Puntuación de las Piernas.	95
Tabla 71: Puntuación del Brazo.	96
Tabla 72: Puntuación del Antebrazo.	97
Tabla 73: Puntuación de la Muñeca.	98
Tabla 74: Puntuación del Cuello.	99
Tabla 75: Puntuación del Tronco.	100
Tabla 76: Puntuación de las Piernas.	101
Tabla 77: Resumen de la evaluación lado derecho.	101
Tabla 78: Puntuación global para los miembros del GRUPO A.	101
Tabla 79: Puntuación global para los miembros del GRUPO B.	102
Tabla 80: Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas.	102
Tabla 81: Puntuación Final.	103
Tabla 82: Niveles de Acción.	103
Tabla 83: Resumen de evaluación lado izquierdo.	104
Tabla 84: Puntuación global para los miembros del GRUPO A.	104
Tabla 85: Puntuación global para los miembros del GRUPO B.	105
Tabla 86: Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas.	105
Tabla 87: Puntuación Final.	106

Tabla 88: Niveles de Acción.....	106
Tabla 89: Evaluación postural de la actividad, lado derecho del cuerpo.....	107
Tabla 90: Evaluación postural de la actividad, lado izquierdo del cuerpo.	108
Tabla 91: Resumen de la Evaluación del riesgo ergonómico aplicando el método RULA a las trabajadoras en el área de floreteo.....	109
Tabla 92: Nivel de Riesgo por posturas forzadas en porcentaje de la Evaluación aplicando el método RULA.	110
Tabla 93: Cálculo del factor de frecuencia (FF).	114
Tabla 94: Determinación del factor de agarre (CM).....	114
Tabla 95: Evaluación por el Método NIOSH.....	115
Tabla 96: Resumen de evaluación aplicando el método NIOSH.....	117
Tabla 97: Cálculo del índice Clo, para ropa de Mujeres.....	118
Tabla 98: Tiempo de trabajo de acuerdo a la actividad realizada en el área de floreteo.	119
Tabla 99: Valores consumo metabólico de acuerdo a la posición-movimiento del cuerpo y el tipo de trabajo.....	119
Tabla 100: Datos obtenidos para la evaluación en el área de floreteo.....	122
Tabla 101: Sensación térmica en función del valor del voto medio estimado.....	123
Tabla 102: Resultados de confort térmico, Área Floreteo puesto de trabajo 1.....	125
Tabla 103: Resumen de Resultado de la Evaluación Ergonómica.....	132
Tabla 104: Medidas de prevención para los factores de riesgos críticos.....	137
Tabla 105: Característica estructurales para un puesto de trabajo en posición de pie.	139
Tabla 106: Medidas antropométricas del puesto de trabajo en posición de pie.....	140
Tabla 107: Resultado de percentiles P5 y P95 de las medidas antropométricas. ...	141
Tabla 108: Especificaciones Técnicas del Tubo estructural Cuadrado ASTM A-500.	145
Tabla 109: Esfuerzos permisibles de columnas ($F_y = 36$ kpsi).	156
Tabla 110: Plan de prevención de riesgos posturas forzadas y movimientos repetitivos.....	162
Tabla 111: Plan de prevención de riesgos Manipulación manual de cargas.....	169
Tabla 112: Resumen de la reevaluación de riesgos en el puesto de trabajo Floreteo de brócoli.....	172

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de gestión de riesgos.....	14
Figura 2: Efecto de la carga sobre la columna vertebral.....	26
Figura 3: Factores de ambiente térmico.....	35
Figura 4: Curvas de confort (P.O. Fanger).	39
Figura 5: Producto de primera calidad Brócoli.....	51
Figura 6: Área clasificadora de brócoli PRO-FLORET.	52
Figura 7: Diagrama de flujo del proceso de producción de la empresa PRO-FLORET.....	53
Figura 8: Recepción de materia prima.	54
Figura 9: Corte y floreteado de pella de brócoli.	55
Figura 10: Pesaje del producto.....	56
Figura 11: Almacenamiento en gavetas con brócoli.....	56
Figura 12: Valoración de nivel de riesgo extremidad derecha y la extremidad izquierda.....	87
Figura 13: Porcentaje de nivel de riesgo método Check List OCRA.	87
Figura 14: Nivel de riesgo método RULA.....	110
Figura 15: Ecuación del NIOSH, evaluación factor horizontal.	111
Figura 16: Ecuación del NIOSH, evaluación factor vertical.	112
Figura 17: Ecuación del NIOSH, evaluación distancia vertical del origen (V1)....	112
Figura 18: Ecuación del NIOSH, evaluación distancia vertical en el destino (V2).	113
Figura 19: Ecuación del NIOSH, ángulo de asimetría del levantamiento (A).	113
Figura 20: Porcentaje de nivel de riesgo con el método NIOSH.....	117
Figura 21: Medidor de estrés térmico WBGT modelo HT30.....	124
Figura 22: Exposición PMV área de floreteo mujeres.....	127
Figura 23: Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) en la mañana.....	128
Figura 24: Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) en función del voto medio estimado (PMV).	128
Figura 25: Porcentaje de personas insatisfechas en media mañana.....	129
Figura 26: PPD en función del PMV en media mañana.	129

Figura 27: Porcentaje de personas insatisfechas en medio día.	130
Figura 28: PPD en función del PMV en medio día.	130
Figura 29: Porcentaje de personas insatisfechas en la tarde.	131
Figura 30: PPD en función del PMV en la tarde.	131
Figura 31: Curva normal y de percentiles (5,50 y 95) de las estaturas de mujeres y hombres de una población hipotética.	139
Figura 32: Partes constitutivas de la mesa ergonómica.	141
Figura 33: Partes de la mesa ergonómica.	142
Figura 34: Distribución de cargas en la viga superior transversal.	143
Figura 35: Distribución de cargas en la viga superior longitudinal.	146
Figura 36: Diagrama de fuerza cortante y momento flector.	147
Figura 37: Distribución de cargas en la viga media transversal.	150
Figura 38: Distribución de cargas en la viga inferior transversal.	152
Figura 39: Diagrama de la columna frontal.	154
Figura 40: Valores de las longitudes efectivas de las columnas.	155
Figura 41: Diagrama de la columna media.	158
Figura 42: Diagrama de la columna posterior.	160

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

“ESTUDIO ERGONÓMICO DE PROCESOS EN EL ÁREA DE CLASIFICACIÓN DE BRÓCOLI PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA PRO-FLORET DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.”

AUTOR: Darwin Arturo Potosi Telenchana

TUTOR: Ing. Mg. Alejandra Lascano

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente proyecto técnico se realizó un estudio ergonómico de las condiciones de trabajo en el área de clasificación de brócoli de la empresa PRO-FLORET, para mitigar los riesgos laborales relacionados con los riesgos ergonómicos. Iniciando el estudio con un análisis general de las actividades diarias que realizan en los puestos de trabajo, luego fue la identificación de los riesgos laborales existentes en la empresa y la estimación de los mismos por medio del método cualitativo-cuantitativo, con la ayuda de la matriz de triple consideración (Probabilidad, Gravedad y Vulnerabilidad) prescrita en el Ministerio de Relaciones Laborales.

Los métodos que se utilizó para el análisis de los puestos de trabajos identificados son: Método RULA, Método NIOSH, Método CheckList OCRA y el método Fanger con la aplicación de la norma UNE-EN ISO 7730/2006 logrando identificar las actividades o tareas de los puestos de trabajo con mayor posibilidad de riesgo para la salud de los trabajadores.

Como resultado del análisis realizado se obtuvo que el área de floreteo en el factor de riesgo ergonómico movimientos repetitivos se obtuvo un valor de 23,58 que es un valor alto que da a la presencia de trastornos musculoesqueléticos. Y para el puesto de trabajo de almacenamiento se obtuvo para el factor de riesgo manipulación manual de cargas un valor de 3,28 que corresponde a un nivel de riesgo alto desde el punto de vista ergonómico.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO

FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING

MECHANICAL ENGINEERING CAREER

“ERGONOMIC STUDY OF PROCESSES IN THE BROCOLI CLASSIFICATION AREA FOR THE WORKERS OF THE PRO-FLORET COMPANY OF THE CITY OF LATACUNGA.”

AUTHOR: Darwin Arturo Potosi Telenchana

DIRECTED BY: Ing. Mg. Alejandra Lascano

SUMMARY EXECUTIVE

In the present technical project, an ergonomic study of the working conditions in the broccoli classification area of the company PRO-FLORET was carried out to mitigate the occupational risks related to the ergonomic risks. Starting the study with a general analysis of the daily activities carried out in the work posts, then it was the identification of the existing labor risks in the company and the estimation of them by means of the qualitative-quantitative method, with the help of the Matrix of triple consideration (Probability, Gravity and Vulnerability) prescribed in the Ministry of Labor Relations.

The methods that were used for the analysis of the identified workstations are: RULA Method, NIOSH Method, Check List OCRA Method and Fanger method with the application of the norm UNE-EN ISO 7730/2006, being able to identify the activities or tasks of the jobs with the greatest potential for risk to the health of workers.

As a result of the analysis performed it was obtained that the area of floreteo in ergonomic risk factor repetitive movements gave a value of 23.58 which is a high value that gives the presence of musculoskeletal disorders. And for the work of storage was obtained for the factor of risk manual manipulation of loads a value of 3.28 that corresponds to risk from the ergonomic point of view.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 TEMA

“ESTUDIO ERGONÓMICO DE PROCESOS EN EL ÁREA DE CLASIFICACIÓN DE BRÓCOLI PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA PRO-FLORET DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.”

1.2 ANTECEDENTES

Para la elaboración del presente proyecto técnico se realizó diversas investigaciones en diferentes bibliotecas para obtener mayor información de acuerdo al tema, la información de importancia para el estudio se presenta a continuación.

En la tesis del Estudio Ergonómico en los puestos de trabajo del área de preparación de material en Cepeda compañía limitada, realizaron la identificación de los factores de riesgo ergonómico en los puestos de trabajo, llegando a establecer que existen tareas que pueden originar posibles afecciones a la salud, como: manipulación manual de cargas y posturas forzadas. [1]

En el 2014 se realizó un “Estudio Ergonómico de procesos en el área de pos cosecha y su incidencia en las alteraciones músculo esqueléticas en los trabajadores de la empresa florícola SANNAFLOWERS”, el cual saca como conclusión que en las condiciones actuales de trabajo como se ejecutan, pueden causar alteraciones músculo esqueléticas, por lo que este trabajo es de alto riesgo ya que las lesiones son de tipo acumulativo y además ninguno de los puestos de trabajo tienen establecido momentos de descanso. [2]

En España se realizó un estudio de “Riesgos Ergonómicos Relativos a la manipulación Manual de cargas y a la carga postural. Evaluación y prevención en diferentes puestos de trabajo: envasador, paletizador y operario agrícola.”, el cual

tiene como conclusión que con los hallazgos encontrados de mayor relevancia e interés en relación a los objetivos propuestos respecto a los riesgos relacionados con la MMC y a la carga postural que están expuestos los trabajadores de los puestos de envasador, paletizador y operario agrícola; a la vez que se han desarrollado medidas correctoras y recomendaciones.[3]

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto técnico trata de solucionar uno de los problemas más comunes en un entorno laboral, relacionado con los riesgos ergonómicos en los procesos de producción del área clasificadora de brócoli de dicha empresa. La actividad productiva en el área de clasificación de brócoli es frecuente en el sector agrícola, y no siempre esta actividad se realiza en las condiciones óptimas para la salud de los trabajadores. Siendo que este formará una inestabilidad en el bienestar y salud de los trabajadores, en tal sentido, que se evidencia la necesidad de vigilar e intervenir en las condiciones de trabajo para identificar, eliminar o modificar estos factores relacionados con el trabajo que presentan un efecto perjudicial para la salud de la fuerza laboral, haciendo compatible el ambiente con las capacidades del trabajador. Este proyecto técnico contiene un análisis del área más importante y descuidada en técnicas ergonómicas de la empresa, utilizando procedimientos, equipos de medición y normas técnicas aprobadas a nivel nacional e internacional. [1]

El estudio ergonómico en los puestos de trabajo tiene el propósito de conocer el estado de algunos de los principales problemas ergonómicos asociados a la adaptación del puesto de trabajo al hombre, así como, brindar a todos los trabajadores que realizan una labor la información mínima necesaria para prevenir o minimizar los riesgos laborales a los que están sometidos, aun cuando no se disponga del equipamiento ergonómico adecuado. [1]

INTERÉS POR INVESTIGAR

La actividad productiva que se realiza en la empresa y con la investigación a realizar ayudará a la prevención de riesgos laborales en el trabajo, guiados de acuerdo a los reglamentos que el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (I.E.S.S) impone, evitando así sanciones por el mismo, mediante el control de la implementación de Sistemas de Seguridad para los trabajadores.

UTILIDAD

La evaluación y valoración de los factores de riesgo ergonómicos que impedirá sanciones por los organismos de control, realizando medidas correctivas aplicando métodos de prevención, evitando las afecciones a la salud, aparición de enfermedades profesionales y accidentes laborales en los trabajadores.

FACTIBILIDAD

El presente proyecto técnico tiene la factibilidad por parte de la empresa PRO-FLORET. Por la facilidad de acceso a información en el área de trabajo, así como el compromiso por parte del personal de la empresa para el cumplimiento del presente tema de investigación.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- Realizar el estudio ergonómico de procesos en el área clasificadora de brócoli para los trabajadores de la Empresa PRO-FLORET de la Ciudad de Latacunga.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar los factores de riesgo: Movimientos Repetitivos, Manipulación Manual de Cargas, Posturas Forzadas y Confort Térmico, en el área clasificadora de brócoli de la Empresa PRO-FLORET.
- Evaluar el factor de riesgo ergonómico con movimientos repetitivos en el área de clasificación de brócoli, utilizando un método recomendado y avalado nacional e internacionalmente.
- Evaluar el factor de riesgo ergonómico con manipulación manual de cargas en el área de clasificación de brócoli, utilizando un método recomendado nacional e internacionalmente.
- Evaluar el factor de riesgo ergonómico con posturas forzadas en el área de clasificación de brócoli, utilizando un método recomendado nacional e internacionalmente.
- Evaluar el confort Térmico a los trabajadores expuestos en el área de clasificación de brócoli, a través del uso de la Norma UNE-ISO 7730:2005 avalada nacional e internacionalmente.
- Plantear una propuesta de control de mitigación a los factores de riesgo ergonómico evaluados como críticos en el personal operativo del área de clasificación de brócoli.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTACIÓN

2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS

Para la elaboración del presente proyecto técnico se realizó diversas investigaciones en diferentes bibliotecas para obtener mayor información de acuerdo al tema. Sin embargo, para la realización de este proyecto técnico fueron de gran ayuda los siguientes trabajos de investigación:

En la tesis del Estudio Ergonómico en los puestos de trabajo del área de preparación de material en Cepeda compañía limitada, realizaron la identificación de los factores de riesgo ergonómico en los puestos de trabajo, llegando a establecer que existen tareas que pueden originar posibles afecciones a la salud, como: manipulación manual de cargas y posturas forzadas. [1]

En el 2014 se realizó un “Estudio Ergonómico de procesos en el área de pos cosecha y su incidencia en las alteraciones músculo esqueléticas en los trabajadores de la empresa florícola SANNAFLOWERS”, el cual saca como conclusión que en las condiciones actuales de trabajo como se ejecutan, pueden causar alteraciones músculo esqueléticas, por lo que este trabajo es de alto riesgo ya que las lesiones son de tipo acumulativo y además ninguno de los puestos de trabajo tienen establecido momentos de descanso. [2]

En el estudio de “Riesgos Ergonómicos Relativos a la manipulación Manual de cargas y a la carga postural. Evaluación y prevención en diferentes puestos de trabajo: envasador, paletizador y operario agrícola.”[3]

Tiene como conclusión: Con los hallazgos encontrados de mayor relevancia e interés en relación a los objetivos propuestos respecto a los riesgos relacionados con la MMC y a la carga postural que están expuestos los trabajadores de los puestos de envasador, paletizador y operario agrícola; a la vez que se han desarrollado medidas correctoras y recomendaciones. [3]

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El presente proyecto técnico se realiza con la finalidad de cumplir con lo estipulado en la Decisión 584 del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, 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.

Decisión 584, art. 11, Literal b: “Identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional específicos u otros sistemas similares, basados en mapa de riesgos”.

En la Resolución 957, Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Capítulo 1, art. 1, Literal b: “Para lo cual se podrán tener en cuenta la Gestión técnica la cual se basa en la Identificación, Evaluación y Control de factores de riesgo y del Seguimiento de medidas de control.”. (Anexo 1)

2.2.2 RIESGO LABORAL

El riesgo laboral es todo aquel aspecto del trabajo que tiene la potencialidad de causarle algún daño al trabajador, el riesgo es la probabilidad de que suceda un evento, impacto o consecuencia adverso y se puede manifestar por los accidentes y las enfermedades profesionales, siendo la consecuencia el peligro, y está en relación con la frecuencia con que se presente el evento.[1]

2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES

La clasificación permite la identificación de los diferentes tipos de riesgos que se puede encontrar en los lugares de trabajo, además ayuda a conocer los factores de riesgo que son aquellos fenómenos o elementos de naturaleza que están relacionados con la aparición de enfermedades o accidentes que afectan a la salud del trabajador.[1]

Los riesgos que pueden estar presentes en un lugar de trabajo son:

- Riesgos Químicos
- Riesgos Físicos
- Riesgos Biológicos
- Riesgos Ergonómicos
- Riesgos Mecánicos.
- Riesgos Psicosociales
- Riesgos Medioambientales. [2]

2.2.4 FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO

Riesgo ergonómico. Es producido por la no aplicación de los principios de la ergonomía, por ejemplo, el diseño erróneo del lugar de trabajo o unas malas prácticas laborales.

Los Factores ergonómicos son:

- Movimientos Repetitivos.
- Manipulación Manual de cargas.
- Posturas Forzadas.[2]

2.2.5 ERGONOMÍA

Definición

La Ergonomía es una técnica preventiva que adapta el trabajo a la persona. La ergonomía intenta conseguir que las condiciones de trabajo mejoren eliminando o aminorando los riesgos de accidentes laborales, que el resultado del trabajo corresponda por entero a los objetivos con los que se concibió, o que el sistema o el producto final sirvan a los propósitos de la organización y que el trabajo tenga efectos positivos y satisfaga al individuo. [4]

La ergonomía es la disciplina científica que diseña un puesto de trabajo a las necesidades individuales de cada usuario sin que la productividad se vea afectada,

estableciendo un equilibrio entre el bienestar e integridad de los operarios y los beneficios económicos de la empresa.[4]

La ergonomía es una ciencia de amplio alcance que abarca las distintas condiciones laborales que pueden influir en la comodidad y la salud del trabajador, comprendiendo factores como la iluminación, el ruido, la temperatura, las vibraciones, el diseño del lugar en que se trabaja, el de las herramientas, el de las maquinas, el de los asientos y el calzado y el del puesto de trabajo, incluidos elementos como el trabajo en turnos, las pausas y los horarios de comidas.[5]

2.2.6 CLASIFICACIÓN DE LA ERGONOMÍA

La Ergonomía precisa disponer de datos relativos tanto a salud física, como social y mental, lo que implicará aspectos relativos a:[6]

- Condiciones materiales del ambiente de trabajo (física).
- Contenido del trabajo (mental).
- Organización del trabajo (social).[6]

Para llevar a cabo funciones tan variadas, la Ergonomía se ha diversificado en las siguientes ramas:

- Ergonomía geométrica.
- Ergonomía ambiental.
- Ergonomía temporal.[6]

2.2.6.1 Ergonomía geométrica.

Estudia a la persona en su entorno de trabajo, prestando especial atención a las dimensiones y características del puesto, así como a las posturas y esfuerzos realizados por el trabajador. Por lo tanto, tiene en cuenta su bienestar tanto desde el punto de vista estático (posición del cuerpo: de pie, sentado etc.; mobiliario, herramientas...) como desde el punto de vista dinámico (movimientos, esfuerzos etc.)

siempre con la finalidad de que el puesto de trabajo se adapte a las características de las personas. [6]

Un capítulo muy importante de esta rama de la Ergonomía es la Antropometría, que estudia las dimensiones de los distintos segmentos del cuerpo. Estos datos son utilizados para el diseño del entorno laboral. [6]

Factores que pueden influir en la ergonomía geométrica son:

Mandos y señales: el funcionamiento de una máquina puede facilitar o reducir la efectividad del sistema. Los mandos y señales deben tener un diseño determinado en función de su utilización, del esfuerzo exigido. El diseño debe facilitar a los trabajadores la información necesaria para su utilización, reduciendo, de este modo, la fatiga mental. [6]

Máquinas y herramientas: Las máquinas deben estar diseñadas de modo que al utilizarlas favorezcan la adquisición de una buena postura. Es necesario, en función de las características individuales y la cualificación profesional de los trabajadores, encontrar un equilibrio entre la actividad manual y la actividad mental en el manejo de las máquinas. El diseño de las herramientas debe adecuarse a la función para la que son requeridas y adecuarse a la postura natural del cuerpo humano. También debemos destacar la importancia de un correcto mantenimiento de las máquinas y herramientas, para hacer más seguro su uso. [6]

2.2.6.2 Ergonomía ambiental

Es la rama de la ergonomía que estudia todos aquellos factores del medio ambiente que inciden en el comportamiento, rendimiento, bienestar y motivación del trabajador. [6]

Los factores ambientales que más frecuentemente van a condicionar el confort en el trabajo son: el ruido, la temperatura, la humedad, la iluminación, las vibraciones, etc. Un ambiente que no reúne las condiciones ambientales adecuadas, afecta a la capacidad física y mental del trabajador. La ergonomía ambiental analiza todos estos factores del entorno para prevenir su influencia negativa y conseguir el mayor confort y bienestar del trabajador para un óptimo rendimiento. Dentro de los factores

que determinan el bienestar del trabajador, no debemos olvidar los relativos al ambiente psicosocial, condicionados por la organización del trabajo, las relaciones entre los individuos y la propia personalidad de cada uno de ellos. [6]

Factores que pueden influir en la ergonomía ambiental

Ventilación: - Un diseño incorrecto del sistema de ventilación puede contribuir a la formación de ambientes a los que no llegue el aire limpio. Las principales fuentes de contaminación debidas a una mala ventilación son, entre otros: el humo del tabaco (para el caso de que haya locales para trabajadores que fuman), algún tipo de calefacción según el combustible empleado, pegamentos, productos de limpieza, insecticidas, pinturas, etc. [6]

Iluminación: - Se debe disponer, de un equipo de iluminación adecuado al tipo de trabajo y tarea visual que debemos realizar. Tenemos que tener en cuenta no sólo la cantidad de luz necesaria, sino también la calidad de la luz, evitando contrastes, deslumbramientos, etc. [6]

Ambiente térmico: - La adaptación de la persona al ambiente físico que le rodea durante su trabajo está en función de dos aspectos:

Las características del individuo: peso, altura, edad, sexo, etc.

El “esfuerzo” que requiere la tarea. - Un ambiente térmico no confortable, produce malestar general, afectando a la capacidad de movimiento, procesamiento de información, estado de ánimo, etc. [6]

Ruido: Sería deseable que las exposiciones al ruido no sobrepasaran los 80 dB. Si esto no se puede evitar, se debe:

- Encerrar la máquina o los procesos ruidosos.
- Diseñar el equipo para que produzca menos ruido.
- Evitar el envejecimiento de máquinas.
- Apantallar los equipos.
- Facilitar equipos de protección individual.

Música: La música puede producir agradables sensaciones, que influyen positivamente en la atención y vigilancia de una actividad y en la sensación de bienestar y satisfacción. Es importante conocer la opinión de las personas, sobre sus preferencias y el ritmo del programa no tiene que ser mayor que el ritmo de trabajo. [6]

2.2.6.3 Ergonomía temporal

Consiste en el estudio del trabajo en el tiempo. Nos interesa, no solamente la carga de trabajo, sino como se distribuye a lo largo de la jornada, el ritmo al que se trabaja, las pausas realizadas, etc. Estudia pues, el reparto del trabajo en el tiempo en lo que se refiere a:

La distribución semanal, las vacaciones y descanso semanal.

El horario de trabajo (fijo, a turnos, nocturno, etc.).

El ritmo de trabajo y las pausas. Todo ello, teniendo en cuenta las variaciones del organismo humano en el tiempo. Una buena distribución del trabajo y del descanso en el marco del tiempo biológico, tiene como consecuencia, además de un mayor grado de satisfacción por parte del trabajador, un mayor rendimiento, que se plasma en una disminución de los errores y un aumento de la calidad del trabajo realizado. [6]

En general, son más efectivas las pausas breves y repetidas.

El trabajo nocturno es, ergonómicamente hablando, el menos recomendado, tanto desde el punto de vista de la salud del trabajador como desde el punto de vista del rendimiento. [6]

El organismo está “programado” para vivir de día.

Ya que la ergonomía trata de adaptar el puesto de trabajo a la persona, a la hora de realizar un diseño ergonómico del puesto de trabajo, tendremos que tener en cuenta factores muy diversos. [6]

2.2.7 Puesto de trabajo

El puesto de trabajo es el lugar que un trabajador ocupa cuando desempeña una tarea, puede estar ocupado todo el tiempo o ser uno de los varios lugares en que se efectúa el trabajo. Es importante que el puesto de trabajo esté bien diseñado para evitar enfermedades relacionadas con condiciones laborales deficientes, así como para asegurar que el trabajo sea productivo. Hay que diseñar todo puesto de trabajo teniendo en cuenta al trabajador y la tarea que va a realizar a fin de que esta se lleve a cabo cómodamente, sin problemas y eficientemente. [6]

Si el puesto de trabajo está diseñado adecuadamente el trabajador podrá mantener una postura corporal correcta y cómoda, lo cual es importante porque una postura laboral incomoda puede ocasionar múltiples problemas, entre otros:

- ✓ Lesiones en la espalda.
- ✓ Aparición o agravación de una lesión provocada por esfuerzos repetitivos.
- ✓ Problemas de circulación en las piernas.

Las principales causas de estos problemas son:

- ✓ Asientos mal diseñados.
- ✓ Permanecer de pie durante mucho tiempo.
- ✓ Tener que alargar demasiado los brazos para alcanzar objetos.
- ✓ Una iluminación insuficiente que obliga al trabajador a acercarse demasiado a las piezas.[6]

2.2.8 El trabajo que se realiza De pie

Siempre que sea posible se debe evitar permanecer en pie trabajando durante largos periodos de tiempo. El permanecer mucho tiempo de pie puede provocar dolores de espalda, inflamación de las piernas, problemas de circulación sanguínea, llagas en los pies y cansancio muscular. A continuación figurar algunas directrices que se deben seguir si no se puede evitar el trabajo de pie: [6]

- Si un trabajo debe realizarse de pie, se debe facilitar al trabajador un asiento o taburete para que pueda sentarse a intervalos periódicos.

- Los trabajadores deben poder trabajar con los brazos a lo largo del cuerpo y sin tener que encorvarse ni girar la espalda excesivamente.
- La superficie de trabajo debe ser ajustable a las distintas alturas de los trabajadores y las distintas tareas que deban realizar.
- Si la superficie de trabajo no es ajustable, hay que facilitar un pedestal para elevar la superficie de trabajo a los trabajadores más altos. A los más bajos, se les debe facilitar una plataforma para elevar su altura de trabajo.
- Los trabajadores deben llevar zapatos con empeine forzado y tacos bajos cuando trabajen de pie.
- En el suelo debe haber una estera para que el trabajador no tenga que estar de pie sobre una superficie dura. El suelo debe estar limpio, liso y no ser resbaladizo.
- Debe haber espacio bastante en el suelo y para las rodillas a fin de que el trabajador pueda cambiar de postura mientras trabaja.
- El trabajador no debe tener que estirarse para realizar sus tareas. Así pues, el trabajo deberá ser realizado a una distancia de 20 a 30 centímetros frente al cuerpo.[6]

2.2.9 GESTIÓN DE RIESGOS

La gestión de riesgos es un enfoque proactivo frente a una situación de posibilidad de riesgos, y su objetivo es evitar o minimizar los daños. Este proceso identifica posibles problemas y evalúa su potencial de causar daños. A partir de esa información, planifica acciones para reducir la probabilidad de ocurrencia de problemas o limitar el daño, si llegaran a producirse dificultades. [18]

El objetivo esencial de la SST es la gestión de los riesgos en el trabajo. A tal efecto, es preciso realizar evaluaciones de los peligros y los riesgos con miras a identificar aquello que podría resultar perjudicial para los trabajadores y la propiedad, para poder elaborar y aplicar las medidas de protección y prevención apropiadas.[18]

El proceso de gestión de riesgos puede dividirse en cuatro etapas clave:

1. Identificación del riesgo
2. Análisis del riesgo

3. Control del riesgo

4. Monitoreo del riesgo

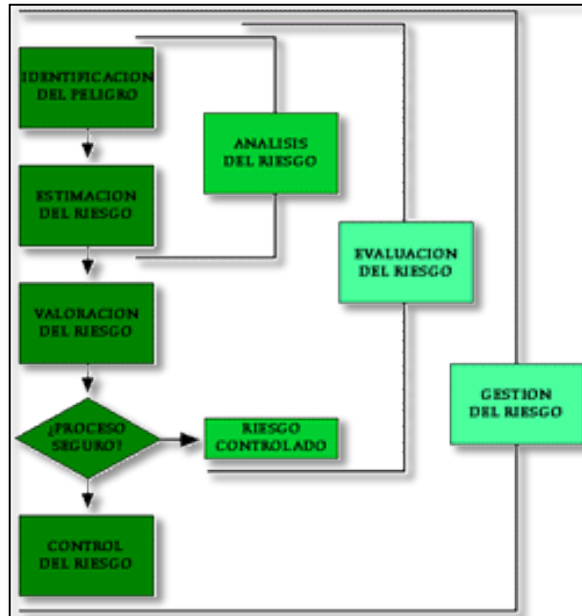


Figura 1: Proceso de gestión de riesgos.
Fuente: Evaluación de Riesgos Laborales. [18]

2.2.10 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES

La identificación de riesgos laborales es fundamental en la práctica de la seguridad ocupacional, es indispensable para una planificación adecuada de la evaluación de riesgos y de las medidas de control.

El procedimiento para la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER) tiene por objetivo proporcionar información sobre los peligros y riesgos ocupacionales presentes en las actividades ocupacionales (en las instalaciones, en los equipos, en los insumos, entre otros) que permita prevenir daños a la salud de las personas (docentes, trabajadores y estudiantes), a las instalaciones y al ambiente. [1]

2.2.11 ESTIMACIÓN DE RIESGOS LABORALES

MATRIZ TRIPLE CRITERIO PGV (Matriz Cualitativa de Identificación de Riesgos)

La matriz triple criterio es una herramienta utilizada y necesaria en el Ecuador que permite identificar los peligros y estimar los riesgos; para lo cual a forma de lista de chequeo agrupa los riesgos en sus diferentes tipos y para cada uno de ellos los peligros correspondientes que originan dicho riesgo, tomando para ello la probabilidad (P), la gravedad (G) y la vulnerabilidad (V) en el sitio y tarea de trabajo de análisis. [2]

La matriz de riesgos es una técnica utilizada en análisis de riesgo industrial, en la aplicación de esta herramienta primero se debe establecer el área de análisis, el número de trabajadores y cada una de las actividades que conforman y laboran en el proceso.

El procedimiento de la estimación cualitativa tiene que ver con los siguientes parámetros:

Probabilidad de ocurrencia:

Tabla 1: Probabilidad de ocurrencia.

Valor de probabilidad		Resultado
3	Alta	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar.
2	Media	Es completamente posible, nada extraño. Tiene una probabilidad de actualización del 50%.
1	Baja.	Sería una coincidencia rara. Tiene una probabilidad de actualización del 5% al 20%. Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo, pero es concebible. Probabilidad del 5%.

Fuente: Método triple criterio PGV[2]

Gravedad del daño:

Tabla 2: Gravedad del daño.

Gravedad del daño		Resultado
3	Alta	Muerte o daños superiores a 5 nóminas mensuales; Lesiones incapacitantes permanentes y/o daños entre 1 y 5 nóminas mensuales;
2	Media	Lesiones con incapacidades no permanentes y/o daños entre el 10% y 100% de la nómina mensual;
1	Baja.	Lesiones con heridas leves, contusiones, golpes y/o daños menores del 10% de la nómina mensual.

Fuente: Método triple criterio PGV [2]

Vulnerabilidad del Riesgo ante medidas adoptadas:

Tabla 3: Vulnerabilidad del riesgo.

Valor de Vulnerabilidad		Medidas Adoptadas
3	Ninguna gestión	La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al día y no se toman medidas de control en la fuente, ni en los medios ni en las personas.
2	Incipiente gestión	Las medidas de control que se adoptan han reducido la ocurrencia del accidente a una vez por día, por semana o menos.
1	Mediana gestión	Las medidas de control en la fuente, en los medios o en las personas son aplicadas y la ocurrencia de incidentes y accidentes son reportados, registrados y controlados.

Fuente: Método triple criterio PGV [2]

Tabla 4: Cualificación o estimación cualitativa del riesgo con el método triple criterio PGV.

CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV											
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			GRAVEDAD DEL DAÑO			VULNERABILIDAD			ESTIMACION DEL RIESGO		
BAJA	MEDIA	ALTA	LIGERAMENTE DAÑO	DAÑO	EXTREMADAMENTE DAÑO	MEDIANA GESTIÓN (acciones puntuales, aisladas)	INCIPIENTE GESTIÓN (protección personal)	NINGUNA GESTIÓN	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO INTOLERABLE
1	2	3	1	2	3	1	2	3	4 Y 3	6 Y 5	9, 8 Y 7
RIESGO MODERADO			RIESGO IMPORTANTE			RIESGO INTOLERABLE					

Fuente: Matriz de Triple Criterio PGV del Ministerio de Relaciones Laborales de Ecuador.

2.2.12 EVALUACIÓN DE RIESGOS

La evaluación de Riesgos es un proceso destinado a identificar y localizar los riesgos presentes en el entorno laboral, el cual puede afectar la salud y seguridad de los trabajadores. Realizar la evaluación de riesgos estima aquellos riesgos que no pudieron ser evitados, obteniendo la información necesaria para poder establecer medidas preventivas.

2.2.13 CONTROL DE RIESGOS

El control de riesgos minimiza los riesgos, significa analizar el desempeño de las actividades, evidenciando posibles desviaciones frente al resultado esperado para la adopción de medidas preventivas. Los controles proporcionan un modelo operacional de seguridad razonable en el logro de los objetivos.

2.2.13.1 Métodos de Evaluación de Riesgos Ergonómicos

Para la evaluación de los factores de riesgos se han considerado los métodos más utilizados en el análisis de las condiciones de trabajo, tales como:

- Método OCRA (Movimientos Repetitivos)
- Método NIOSH (Manipulación Manual de Cargas)
- Método RULA (Postura Forzada)
- Método FÁNGER (Confort Térmico)

2.2.14 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

2.2.14.1 Movimientos repetitivos

En cuanto a movimientos repetitivos, se entienden por estos a un grupo de movimientos continuos, mantenidos durante un trabajo que implica al mismo conjunto osteo-muscular provocando en el mismo fatiga muscular, sobrecarga, dolor y por ultimo lesión.[1]

El trabajo se considera repetido cuando la duración del ciclo de trabajo fundamental es menor de 30 segundos o cuando se repiten los mismos movimientos durante mas del 50 % de la duración del ciclo de trabajo.[2]

2.2.14.2 Métodos ergonómicos para la evaluación del Riesgo Ergonómico Movimientos Repetitivos.

Existen muchos y variados métodos de evaluación de la carga física debida a movimientos repetitivos en la tabla 2 se describen los más relevantes:

Tabla 5: Principales Métodos de Evaluación de Movimientos Repetitivos.

MÉTODO	ZONAS CORPORALES	FACTORES DE RIESGO
“RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT”-RULA (1993)	Cuerpo Entero	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia de movimientos • Trabajo estático muscular • Fuerza • Posturas de trabajo • Tiempo de trabajo sin una pausa
TEST DE MICHIGAN (1986)	Miembros superiores	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés Físico • Fuerza • Posturas • Repetitividad • Distribución o equipamiento del puesto y herramientas de trabajo
INDICE DE ESFUERZO (1995)	Miembros superiores	<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad de esfuerzo • Duración del esfuerzo • Esfuerzos por minuto • Postura • Velocidad de trabajo • Duración de la tarea por día
PLIBEL (1995)	Cuerpo entero	<ul style="list-style-type: none"> • Posturas forzadas • Movimientos repetitivos • Diseño deficiente de herramientas y puestos de trabajo • Condiciones medioambientales y organizacionales estresantes
INSTITUTO DE BIOMECANICA DE VALENCIA (IBV) (1995)	Cuerpo entero	<ul style="list-style-type: none"> • Posturas • Duración de la tarea • Repetitividad
MÉTODO CHECK LIST OCRA	Miembros superiores	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia de movimientos • Trabajo estático muscular • Fuerza manos/brazos • Posturas de trabajo (posiciones incómodas brazo, muñeca, codo) • Tiempo de trabajo sin una pausa • Factores complementarios de riesgo • Repetitividad

Fuente: INSHT Nota Técnica de Prevención NTP 629. [19]

Elaborado por: Autor

2.2.15 Método CheckListOCRA

El método checklistOcro es el resultado de la simplificación del método Ocra (Occupational Repetitive Action).El método CheckList OCRA permite evaluar El

nivel de riesgo presente en puestos de trabajo caracterizados por una elevada repetitividad de movimientos.

El método centra su estudio en los miembros superiores del cuerpo, permitiendo prevenir dolencias musculoesqueléticas, tales como: la tendinitis en el hombro, la tendinitis en la muñeca o el síndrome del túnel carpiano. Lesiones todas ellas frecuentes en tareas que implican repetitividad de movimientos. [7]

OCRA- Occupational Repetitive Action (Acción Ocupacional Repetitiva). Es un método de evaluación de la exposición a movimientos y esfuerzos repetitivos de los miembros superiores. El método OCRA está diseñado y ofrece resultados más fiables para tareas con movimientos repetitivos del conjunto mano-muñeca-brazo con tiempos de ciclo de trabajo cortos, que para tareas con posturas estáticas o prolongadas de los miembros superiores. [1]

2.2.15.1 Cálculo del Índice CheckList OCRA de un puesto de trabajo

El índice CheckList OCRA de una tarea se obtiene con la siguiente expresión:

$$ICKOCRA = (FR + FF + FZ + FP + FA) * MD \quad \text{Ec. 2.1}$$

ICKOCRA = Índice CheckList OCRA

FR = Factor de Recuperación

FF = Factor de Frecuencia

FZ = Factor de Fuerza

FP = Factor de Postura

FA = Factor de Adicionales

MD = Multiplicador de Duración

Valoración del riesgo según CHECKLIST OCRA.

Tabla 6: Valoración del riesgo según Checklist OCRA.

CHECKLIST	COLOR	RIESGO
Hasta 7,5	Verde	Riesgo Aceptable
7,6 – 11	Amarillo	Riesgo Muy Leve
11,1 – 14	Naranja	Riesgo Leve
14,1 – 22,5	Rojo	Riesgo Medio
> 22,5	Morado	Riesgo Alto

Fuente: CheckList OCRA. [20]

2.2.16 Método Job StrainIndex (Índice de esfuerzo laboral).

Es un método de evaluación de puestos de trabajo que permite valorar si los trabajadores que los ocupan están expuestos a desarrollar desórdenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores debido a movimientos repetitivos. Así pues, se implican en la valoración la mano, la muñeca, el antebrazo y el codo. [14]

El método se basa en la medición de seis variables, que una vez valoradas, dan lugar a seis factores multiplicadores de una ecuación que proporciona el StrainIndex. Este último valor indica el riesgo de aparición de desórdenes en las extremidades superiores, siendo mayor el riesgo cuanto mayor sea el índice. Las variables a medir por el evaluador son: la intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por ciclo de trabajo, el número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo, la desviación de la muñeca respecto a la posición neutra, la velocidad con la que se realiza la tarea y la duración de la misma por jornada de trabajo.[14]

2.2.16.1 Cálculo del Job StrainIndex (Índice de esfuerzo laboral).

El Job StrainIndex se calcula mediante la aplicación de la ecuación:

$$JSI = IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD \qquad \text{Ec. 2.2}$$

Intensidad del esfuerzo (IE)

Duración del esfuerzo (DE)

Esfuerzos por minuto (EM)

Postura mano-muñeca (HWP)

Velocidad de trabajo (SW)

Duración de la tarea por día (DD)

Tabla 7: Puntuaciones del Job StrainIndex.

PUNTUACIÓN	VALORACIÓN
$JSI \leq 3$	La tarea es probablemente segura
$JSI \geq 7$	La tarea es probablemente peligrosa.

Fuente: Autor

2.2.17 Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment).

Es un método desarrollado para evaluar la exposición de personas a posturas, fuerzas y actividad muscular, que como es conocido contribuyen a la aparición de desórdenes músculo-esqueléticos de extremidad superior. En el método, se observan y puntúan las posiciones de los segmentos corporales, incrementándose la puntuación a medida que las posturas están más desviadas de la posición natural. Las puntuaciones son primero calculadas por separado para el brazo, antebrazo y muñecas (grupo A); y el tronco, cuello y piernas (grupo B). Éstas son combinadas para obtener la puntuación final de la postura. Pesos adicionales son otorgados a las posturas de acuerdo a las fuerzas o cargas manipuladas y a la ocurrencia de actividad muscular estática o repetitiva. Posteriormente estas puntuaciones son combinadas en tablas para expresar el riesgo en cuatro niveles con sus correspondientes acciones recomendadas. [12]

La evaluación con RULA se inicia mediante la observación del operador durante varios ciclos de trabajo para seleccionar las actividades y posturas que serán

evaluadas. Puede seleccionarse la postura de mayor duración dentro del tiempo del ciclo o bien la que demande al trabajador mayor esfuerzo [12].

Tabla 8: Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

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

Fuente: Autor

2.2.18 Método Ergo-IBV: Módulo Tareas Repetitivas.

Este método es el resultado de un proyecto de investigación desarrollado por el IBV. En el mismo se realizó un estudio de campo en el que se analizaron más de 300 puestos de trabajo de diferentes sectores de actividad, recopilando información acerca de los trastornos músculo esqueléticos (TME) relacionados con el trabajo y de la exposición del trabajador: duración, posturas de trabajo (obtenidas de grabaciones de vídeo), fuerzas, repetitividad de movimientos de los miembros superiores, etc., de las diferentes tareas. [23]

Tabla 9: Posturas de las tres zonas corporales.

Cuello	Brazos	Muñecas
Hay que especificar la posición del cuello según esté en:	Hay que especificar la posición del brazo según estén en:	Hay que especificar la posición de las muñecas según estén en:
Flexión < 10°	Extensión > 20°	Posición neutra (0°), no existe flexión ni extensión
Flexión 10-20°	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión	Flexión o extensión < 15°
Flexión > 20°	Flexión 20-45°	Flexión o extensión > 15°
Extensión	Flexión 45 -90°	Desviación radial/cubital cuando sea apreciable
Inclinación lateral: cuando la inclinación lateral del		

cuello (a la derecha o a la izquierda) es apreciable. Torsión: cuando el giro del cuello (en un sentido o en otro) es apreciable.	Flexión > 90°	Pronación/supinación cuando sea apreciable
--	---------------	--

Fuente: Nota Técnica de Prevención 844. Tareas repetitivas: método Ergo/IBV de evaluación de riesgos ergonómicos. [23]

Así mismo en este apartado hay que valorar la intensidad del esfuerzo que pueda realizar de la mano, medida con un dinamómetro o electromiógrafo de superficie, siguiendo los siguientes criterios.

Tabla 10: Intensidad del esfuerzo de la mano.

TAREA	INTENSIDAD DE ESFUERZO
Ligera	(< 10% de la fuerza máxima)
Algo dura	(10-30% de la fuerza máxima)
Dura	(30-50% de la fuerza máxima)
Muy dura	(50-80% de la fuerza máxima)
Casi el máximo	(> 80% de la fuerza máxima)

Fuente: Nota Técnica de Prevención 844. Tareas repetitivas: método Ergo/IBV de evaluación de riesgos ergonómicos. [23]

Tabla 11: Niveles de riesgo método Ergo/IBV.

NIVEL	SITUACIÓN
1	Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.
2	Situaciones que pueden mejorarse pero en las que no es necesario intervenir a corto plazo.
3	Implica realizar modificaciones en diseño del puesto o en los requisitos impuestos por las tareas analizadas.
4	Implica prioridad de intervención ergonómica.

Fuente: Nota Técnica de Prevención 844. Tareas repetitivas: método Ergo/IBV de evaluación de riesgos ergonómicos. [23]

2.2.19 Manipulación Manual de Cargas (MMC).

El manejo y el levantamiento manual de cargas son las principales causas de lumbalgias. Éstas pueden aparecer por sobreesfuerzo o como resultado de esfuerzos repetitivos, es una tarea bastante frecuente en muchos sectores de actividad, desde la industria pesada hasta el sector sanitario, pasando por todo tipo de industrias y de servicios. Se entenderá por manipulación manual de cargas (MMC), a cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento de una carga, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas que entrañe riesgos, en particulares dorso lumbares, para los trabajadores que realizan la operación. [8]

Se considera que la manipulación manual de toda carga que pese más de 3 Kg puede entrañar en un potencial de riesgo dorso lumbar no tolerable, ya que a pesar de ser una carga bastante ligera si se maneja o manipula en condiciones ergonómicas desfavorables podría generar un riesgo al individuo que está realizando el levantamiento en dicha tarea.[3]

Las cargas que pesen más de 25 Kg muy probablemente constituyan un riesgo en sí mismas, aunque no existan otras condiciones ergonómicas desfavorables. Por lo que el peso máximo que se recomienda no sobrepasar, en condiciones ideales de manipulación, es de 25 Kg. [3]

Tomando en cuenta en circunstancias especiales, trabajadores sanos y entrenados físicamente podrían manipular cargas de hasta 40 Kg, siempre que la tarea se realice de forma esporádica y en condiciones seguras. [3]

Las lesiones dorso lumbares pueden ir desde un lumbago a alteraciones de los discos intervertebrales (hernias discales) o incluso fracturas vertebrales por esfuerzos anormales o mala posición del cuerpo al efectuar los movimientos y también se pueden producir lesiones en los miembros superiores (hombros, brazos y manos). Habitualmente se atribuyen a esfuerzos excesivos en la manipulación de cargas. [3]

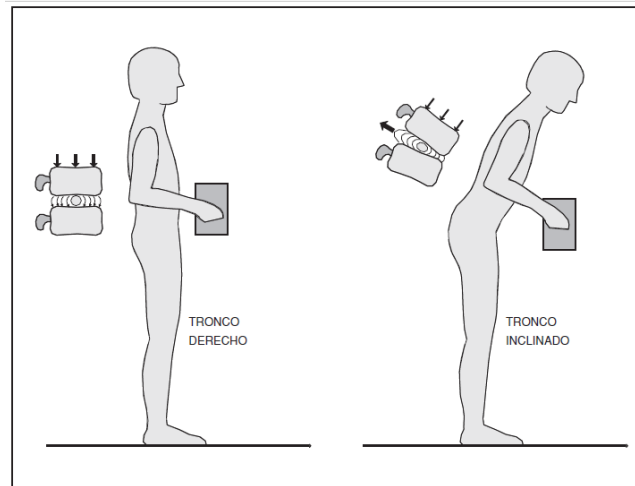


Figura 2: Efecto de la carga sobre la columna vertebral.

Fuente: Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a MMC.[17]

2.2.19.1 Métodos ergonómicos para la evaluación del Riesgo Ergonómico manipulación manual de cargas (MMC).

Existen muchos y variados métodos de evaluación para la manipulación manual de cargas a continuación se escriben los más relevantes:

SNOOK. Diseñado por S.H. Snook y V.M Ciriello en 1978. El estudio incluye un conjunto de tablas con los pesos máximos aceptables para diferentes acciones como el levantamiento, el descenso, el empuje, el arrastre y el transporte de cargas, diferenciados por géneros. A raíz de nuevos experimentos, los mismos autores publicaron en 1991 la revisión de dichas tablas bajo el título "Thedesign of manual handlingtasks: revised tables of máximum acceptable weights and forces". [26]

NIOSH. (NationalInstituteforOccupational Safety and Health, USA).En 1981 el Instituto para la Seguridad Ocupacional y Salud del Departamento de Salud y Servicios Humanos publicó una primera versión de la ecuación NIOSH; posteriormente, en 1991 hizo pública una segunda versión en la que se recogían los nuevos avances en la materia, permitiendo evaluar levantamientos asimétricos, con agarres de la carga no óptimos y con un mayor rango de tiempos y frecuencias de levantamiento. Básicamente son tres los criterios empleados para definir los componentes de la ecuación: biomecánico, fisiológico y psicofísico. [26]

GINSH.T. (Guía técnica para la manipulación manual de cargas del INSHT). Desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2010). El método parte de un valor máximo de peso recomendado, en condiciones ideales, llamado Peso teórico, a partir del cual y tras considerar las condiciones específicas del puesto, tales como el peso real de la carga, el nivel de protección deseado, las condiciones ergonómicas y características individuales del trabajador, obtiene un nuevo valor de peso máximo recomendado, llamado Peso aceptable, que garantiza una actividad segura para el trabajador. [26]

2.2.20 Manipulación Manual de Cargas:Método NIOSH.

El método NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health), fue desarrollado en 1981 con el fin evaluar el manejo y manipulación de cargas en un puesto de trabajo, el cual calcula el índice de levantamiento (IL), la cual proporciona el nivel de riesgo asociado a una tarea en concreto. A través del cálculo de un índice de levantamiento compuesto (ILC), la cual me permite analizar tareas múltiples de levantamiento de cargas. [9]

2.2.20.1 Calculo del peso límite recomendado.

La ecuación NIOSH para el levantamiento de cargas se determina el límite de peso recomendado (LPR), la ecuación contiene siete factores los cuáles son nombrados a continuación:

$$\text{LPR} = \text{LC} * \text{HM} * \text{VM} * \text{DM} * \text{AM} * \text{FM} * \text{CM} \text{ Ec. 2.3}$$

LPR = Límite de Peso Recomendado

LC = Constante de carga

HM = factor de distancia horizontal

VM = factor de altura

DM = factor de desplazamiento vertical

AM = factor de asimetría

FM = factor de frecuencia

CM = factor de agarre

Niveles de riesgo

Tabla 12: Zonas de riesgo según los valores del índice de levantamiento obtenidos.

IL (índice de levantamiento)	Factor de Riesgo	Descripción
IL < 1	Riesgo limitado	La mayoría de los trabajadores no deben tener problemas al ejecutar tareas de este tipo.
1 < IL < 3	Incremento moderado del riesgo	Algunos trabajadores tienen riesgos de lesión o dolor si realizan estas tareas, aunque trabajadores seleccionados y entrenados pueden no tenerlos.
IL > 3	Incremento acusado del riesgo	Es una tarea inaceptable desde el punto de vista ergonómico. Debe ser modificada.

Fuente: Nota Técnica de Prevención 477: Levantamiento manual de cargas: ecuación del NIOSH. [9]

2.2.21 Método: Guía de levantamiento de cargas de INSHT.

La guía GINSHT desarrolla el procedimiento de evaluación del riesgo por levantamiento de carga publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, España) en su Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. Esta guía es un documento cuya finalidad es facilitar el cumplimiento de la legislación vigente sobre prevención de riesgos laborales derivados de la manipulación manual de cargas. [13]

El método es especialmente adecuado para la evaluación de tareas susceptibles de provocar lesiones de tipo dorso-lumbar, y está orientado a la evaluación de manipulaciones que se realizan en posición de pie. Este método evalúa tareas en las que se manejen cargas con pesos superiores a 3 Kg. dado que se considera que por debajo de dicho valor el riesgo de lesión dorso-lumbar es pequeño. Sin embargo, si el peso de la carga es inferior a 3 kg, pero la frecuencia de manipulación es elevada podrían aparecer lesiones de otro tipo. [13]

La guía GINSHT parte de establecer un valor para el máximo peso que es recomendable manipular en condiciones ideales considerando la posición de la carga respecto al trabajador (Peso teórico). Tras considerar las condiciones específicas de la manipulación evaluada (el peso real de la carga, el nivel de protección deseado, las condiciones ergonómicas y características individuales del trabajador), se obtiene un nuevo valor de peso máximo recomendado (Peso aceptable). La comparación del peso real de la carga con el Peso Aceptable obtenido, indicará al evaluador si se trata de un puesto seguro o por el contrario expone al trabajador a un riesgo excesivo. Además, el método propone acciones correctivas para mejorar, si fuera necesario, las condiciones del levantamiento.[13]

El resultado de la evaluación clasifica los levantamientos en: levantamientos con Riesgo Tolerable y levantamientos con Riesgo no Tolerable, en función del cumplimiento o no de las disposiciones mínimas de seguridad en las que se fundamenta el método. [13]

Tabla 13: Límites de carga transportada diariamente en un turno de 8 horas en función de la distancia de transporte.

Distancia de transporte	Kilos/día transportados (máximos recomendados)	Kilos/día transportados (máximos recomendados)
Hasta 10 metros	$PTTD \leq 10.000 \text{ Kg.}$	Tolerable
	$PTTD > 10.000 \text{ Kg.}$	No Tolerable
Más de 10 metros	$PTTD \leq 6.000 \text{ Kg.}$	Tolerable
	$PTTD > 6.000 \text{ Kg.}$	No Tolerable

Fuente: Método GINSHT [22]

2.2.22 Método: Tablas de SNOOK Y CIRELLO.

El objetivo de las Tablas de Snook y Ciriello es proporcionar directrices para la evaluación y el diseño de tareas con manipulación manual de cargas considerando las limitaciones y capacidades de los trabajadores, contribuyendo a la reducción de las lesiones lumbares (Snook 1987). Las tablas definen el Peso Máximo Aceptable, que

corresponde al mayor peso que una persona puede levantar a una frecuencia dada y durante determinado tiempo, sin llegar a estresarse o a cansarse excesivamente. Los pesos máximos aceptables son determinados para cinco percentiles de la población: 10, 25 ,50 ,75 y 90, es decir, los pesos máximos aceptables para que la acción sea segura para el 10, 25, 50, 75 y 90% de la población masculina o femenina. [14]

Aplicación del método

Las tablas de Snook y Ciriello recogen los Pesos Máximos Aceptables para los diferentes tipos de manipulaciones de cargas. Existen un total de 9 tablas: levantamiento para hombres, levantamiento para mujeres , descarga para hombres, descarga para mujeres, arrastre para hombres, arrastre para mujeres, empuje para hombres, empuje para mujeres y transporte para hombres/mujeres (en este caso la misma tabla contiene los valores para hombres y mujeres).[14]

2.2.23 Posturas forzadas

Las posturas y movimientos forzados que se realizan en las diferentes actividades laborales pueden ser de carácter dinámico y/o estático. La identificación es el punto principal si esta condición de trabajo o peligro está presente en un puesto de trabajo, algunas de estas posturas o movimientos forzados pueden generar problemas para la salud si estos se realizan con frecuencia. [10]

En una jornada de trabajo al realizar una tarea en posiciones de trabajo con posturas forzadas, estas se definen en que una o varias regiones anatómicas o de articulación deje de estar en una posición natural de confort para pasar a un posición forzada, las cuales pueden producir trastornos musculo esqueléticos en diferentes regiones anatómicas: cuello, hombros, columna vertebral, extremidades superiores e inferiores, las cuales atentan a la salud de los trabajadores. [11]

2.2.23.1 Métodos Ergonómicos para la Evaluación de Posturas forzadas.

Existen muchos y variados métodos de evaluación de posturas forzadas a continuación se escriben los más relevantes:

JSI (Job Strain Index). Método propuesto originalmente por Moore y Garg del Departamento de Medicina Preventiva del Medical College de Wisconsin, en Estados Unidos (Moore & Garg, 1995). Permite diagnosticar desórdenes traumáticos en las extremidades superiores, sean estos la mano, la muñeca, el antebrazo y el codo, expuestos a movimientos continuos y posturas demandantes de sobre esfuerzo. Se basa en el análisis de seis variables dentro de las cuales se encuentran: la intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por ciclo de trabajo, el número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo, la desviación de la muñeca respecto a la posición neutra, la velocidad para desarrollar la tarea y la duración por jornada de trabajo. [26]

RULA (Rapid Upper Limb Assessment). Método desarrollado por los doctores McAtamney y Corlett de la Universidad de Nottingham (McAtamney & Corlett, 1993). La evaluación se orienta hacia la revisión de posturas en condiciones de trabajo que generan fatiga, dividiendo el análisis en dos grupos, las extremidades superiores comprenden el grupo A y las extremidades inferiores el grupo B. Debido a que el procedimiento establece la determinación de los ángulos que se forman entre las partes del cuerpo, el primer paso es la observación apoyada de fotografías, videos o electrogoniómetros. Sugiere dividir el estudio en el lado derecho o izquierdo del operador o en caso de requerir más información, considerar ambos perfiles, siendo en este caso el punto de decisión la consideración del evaluador al detectar las zonas donde incidan la mayor cantidad de posturas inadecuadas. El resultado se determina con la relación de puntajes, considerando además, el tipo de actividad muscular desarrollada y la fuerza aplicada, a partir del cual se derivarán las recomendaciones pertinentes según el nivel de riesgo precisado. [26]

OWAS (Ovako Working Analysis System). Propuesto por los autores finlandeses Osmo Karhu, Pekka Kansilainen y Licra Kuorinka, publicado en la revista especializada "Applied Ergonomics" (Karhu, Kansilainen, & Kuorinka, 1977). Este método revisa la carga postural de forma sencilla y eficaz a través de la comparación con posturas preestablecidas de piernas, brazos y espalda. La identificación de éstas se codifica y evalúa en la clasificación de riesgos según la categoría que ocupe cada dígito, sin embargo, esta práctica no permite identificar la gravedad de cada posición. [26]

EPR (Evaluación Postural Rápida). Desarrollado por Guélaud F., Beaubesne MN., Gautrat J & Roustang G. en 1975, se basa en el sistema de valoración del método LEST, permite examinar las posturas observadas de un trabajador considerando que éste puede adoptar alguna de las 14 posiciones genéricas preestablecidas, el resultado se obtiene subjetivamente por el evaluador. La deducción del riesgo sólo indica si es necesario un estudio más detallado por algún otro método o si no existe ninguna complicación, debido a que sólo es una herramienta de análisis preliminar.[26]

CheckList OCRA (Occupational Repetitive Action). Desarrollado por Colombini D., Occhipinti E., Grieco A. Permite la evaluación de movimientos repetitivos de las extremidades superiores del cuerpo considerando factores como la frecuencia, la duración, la fuerza, la postura y el tiempo de recuperación; obteniendo a través de éstos, el índice CheckList OCRA, mismo que representa mediante un código de colores, las medidas a tomar de acuerdo al nivel de riesgo correspondiente. Cabe mencionar que incluye situaciones en el que el trabajador tiene necesidad de rotar e incluso alcanza a revisar el riesgo global a un conjunto de puestos. Los resultados proporcionados deben evaluarse por otros métodos antes de tomar medidas correctivas en el puesto de trabajo. [26]

REBA (Rapid Entire Body Assessment). Presentado por Sue Hignett y Lynn McAtamney en el año 2000, se trata de un método que recopila información del método RULA y el NIOSH principalmente. Divide el análisis en dos grupos de igual forma que el RULA, empero, considera otros factores de suma importancia como la carga, el tipo de agarre y la actividad muscular. Mediante la identificación de los ángulos formados por el cuerpo, asigna una puntuación que finalmente se relaciona en una tabla para obtener el valor final, determinando así el nivel de riesgo y la urgencia de establecer acciones correctivas en beneficio del trabajador. Cada puntuación permite al evaluador conocer las principales causas de desgaste o fatiga para puntualizar las zonas en las que se deba llevar a cabo las modificaciones. [26]

2.2.24 Posturas forzadas: Método RULA

El método RULA (Rapid UpperLimbAssessment)) evalúa el grado de exposición del trabajador, seleccionadas a partir de la actividad realizada por el trabajador, tomando en cuenta que solo es para posturas individuales, el grado de exposición pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo, este debe ser aplicado tanto el lado derecho como el lado izquierdo del cuerpo por separado.

Este método RULA se divide en dos grandes grupo:

Grupo A: Miembros Superiores (brazos, antebrazos, muñeca y manos).

Grupo B: (Piernas, tronco y cuello).

2.2.24.1 Procedimiento de aplicación Método RULA

Para la evaluación del método RULA se presenta los siguientes pasos:

- Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos
- Seleccionar las posturas que se evaluarán
- Determinar, para cada postura, si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho (en caso de duda se evaluarán ambos)
- Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo
- Obtener la puntuación final del método y el nivel de actuación para determinar la existencias de riesgos
- Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones
- Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario
- En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método RULA para comprobar la efectividad de la mejora.[16]

Tabla 14: Consideraciones de Valoración.

GRUPO A		GRUPO B	
Brazos	<ul style="list-style-type: none"> • Angulo formado • Posición de los hombros 	Cuello	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión • Rotación o inclinación
Antebrazos	<ul style="list-style-type: none"> • Posición • Angulo 	Tronco	<ul style="list-style-type: none"> • Posición • Torsión o inclinación
Muñeca	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de flexión • Desviación radial o cubital 	Piernas	<ul style="list-style-type: none"> • Peso • Apoyo • Posición

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo RULA.[22]

Elaborado por: Autor

2.2.25 Confort Térmico

El confort térmico no es algo que dependa únicamente de los parámetros ambientales, es decir, de la temperatura del aire, la humedad relativa, velocidad del aire, temperatura radiante. Es un fenómeno que incluye muchas más factores del entorno ya sea interior o exterior y del sujeto que percibe estos parámetros, sino también por el estado térmico del sujeto, esto es, la cantidad de calor que está produciendo como residuo de la actividad física que esté desarrollando en el momento de realizar un trabajo o sea la tasa de metabolismo muscular, además del calor producido por la oxidación de los alimentos, metabolismo basal. [12]

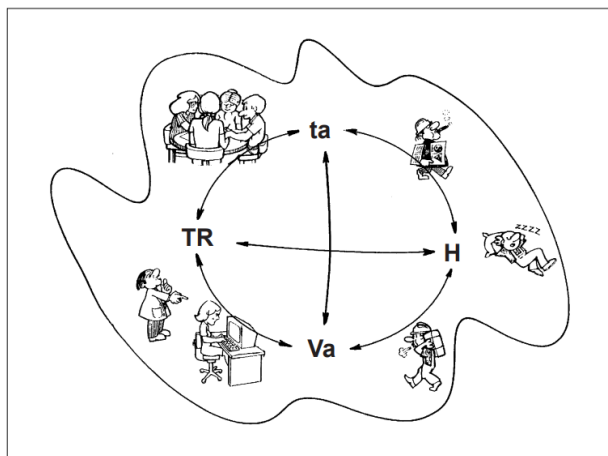


Figura 3: Factores de ambiente térmico.

Fuente: Ergonomía 4 - El Trabajo en Oficinas [13]

El confort se puede definir como la percepción de bienestar y comodidad que el ser humano tiene en un determinado ambiente, en el que se involucra parámetros ambientales de confort y factores de confort del trabajador.

2.2.25.1 Parámetros ambientales y factores de la persona

Principales variables climáticas que influyen sobre el confort

Parámetros ambientales de confort están definidos por la energía existente en un espacio habitable producto de sus características físicas y ambientales. Esta energía se manifiesta en la temperatura, la iluminación, el ruido parámetros que pueden ser medidos y calculados. Los factores de confort son las condiciones biológico-fisiológicas, sociológicas y psicológicas que influyen en la percepción del ambiente, es decir, la percepción de un mismo ambiente varía en cada usuario dependiendo de sus condiciones.[15]

En este proceso se involucra los siguientes aspectos clasificados en dos factores:

Factores del Usuario:

- Metabolismo
- Vestimenta
- Temperatura de la piel

Factores del Ambiente:

- Temperatura del aire
- Temperatura de radiación
- Humedad relativa
- Velocidad del viento.[15]

Tabla 15: Factores y Parámetros que determinan el Confort Térmico.

FACTORES	Ambientales	Exteriores	Temperatura del aire
			Temperatura radiante
			Humedad relativa
			velocidad del aire
	Personales	Fisiologicos y contributivos	sexo
			edad
			peso
			tasa de metabolismo basal
			muscular (Nivel de actividad)
			estado de salud
			intercambio de calor por ingestion de bebidas y alimentos
			historial termico
			tiempo de permanencia
			variabilidad temporal y espacial de los estímulos físicos ambientales
Socioculturales y psicologicos	tipo de vestimenta		
	expectativas de confort		
	contacto visual en el exterior		
PARAMETROS	Ambientales	Interiores	Temperatura del aire
			Temperatura radiante
			Humedad relativa
			velocidad del aire
Arquitectonicos	Adaptabilidad del espacio	Movilidad del ocupante dentro del espacio	
		Modificación de elementos y dispositivos de confort ambiental	

Fuente: Factores y Parámetros que determinan el Confort Térmico [15]

2.2.25.2 Temperatura del aire

El reglamento sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (real decreto 486/1997) establece en su anexo III los siguientes valores:

Tabla 16: Resumen del reglamento sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (real decreto 486/1997).

Temperatura	De 17 a 27 °C para trabajos sedentarios De 14 a 25 °C para trabajos ligeros
Humedad	Del 30% al 70% Del 50 % al 70 % si hay riesgos por electricidad estática
Velocidad del aire	0,25 m/s para trabajos en ambientes no calurosos 0,50 m/s para trabajos sedentarios en ambientes calurosos 0,75 m/s para trabajos no sedentarios en ambientes calurosos
Renovación mínima de aire limpio	30 m ³ por hora y trabajador en trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados. 50 m ³ por hora y trabajador en los casos restantes

Fuente: Ergonomía 4 - El Trabajo en Oficinas [13]

2.2.25.3 Humedad relativa

La humedad nos indica la cantidad de vapor de agua existente en el aire que es capaz, al calentarse, de absorber mayor cantidad de agua en forma de vapor. La humedad relativa es la relación, expresada en tanto por ciento, entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la presión de saturación del vapor de agua a una temperatura dada. [13]

$$HR = (Pa/Ps, ta) \times 100 \text{Ec. 2.4}$$

Siendo:

Pa: presión parcial de vapor de agua en el aire

Ps, ta: presión de vapor de agua saturado a la temperatura ta

Este valor $P_{s,ta}$ es la máxima presión parcial de vapor de agua posible a la temperatura t_a .

$$P_{s,ta} = 0,615 \exp [17,27 \cdot t_a / (t_a + 273)] \text{Ec. 2.5}$$

La humedad relativa debe estar, según la mayoría de los autores, entre el 40 y el 60 %, ya que si sobrepasamos el 70% crearemos ambientes bochornosos (clima invernadero), mientras que humedades inferiores al 30% pueden provocar problemas de alteraciones en vías mucosas y respiratorias.[13]

2.2.25.4 Velocidad del aire

La velocidad del aire influye en la sensación subjetiva de confort, ya que una mayor velocidad de aire fresco permite incrementar la pérdida de calor por convección y evaporación. No obstante, si la temperatura del aire está por encima de la temperatura de la piel habrá ganancia de calor por convección. [13]

Las velocidades menores de 0,1 m/s producen sensación de molestia por estabilidad aérea, y las superiores a 0,5 m/s empiezan a ser perceptibles y desagradables para las personas que realizan un trabajo sedentario. De todas formas la norma ISO 7726, que fija la precisión de la medida de la velocidad del aire en el 5%, establece una gama de confort entre 0,05 y 1 m/s. [13]

2.2.25.5 Curvas de confort

Las curvas de confort muestran las condiciones de temperatura y humedad más adecuadas para el trabajo.

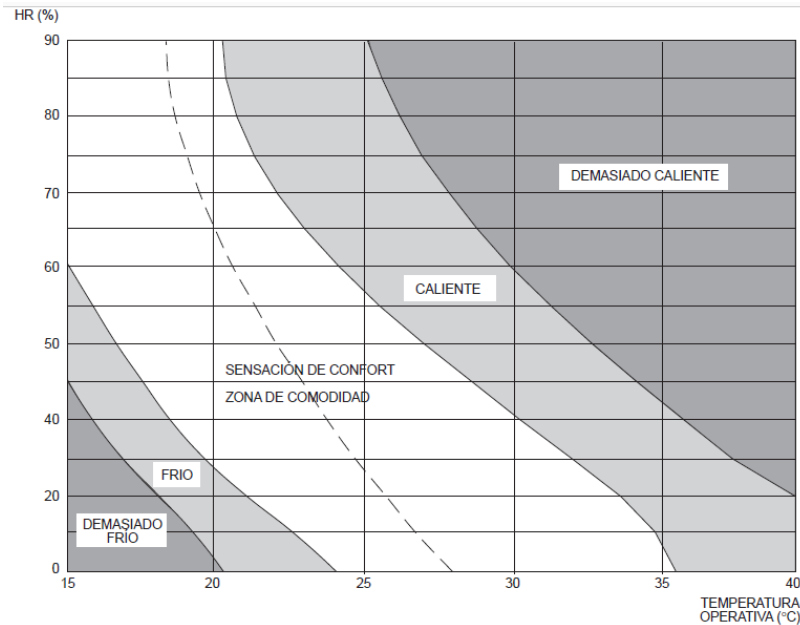


Figura 4: Curvas de confort (P.O. Fanger).
Fuente: Ergonomía 4 - El Trabajo en Oficinas [13]

2.2.26 Métodos ergonómicos para el análisis del Confort Térmico.

La valoración del confort térmico reviste cada día mayor relevancia, cada vez es más importante el porcentaje de personas que desarrollan su actividad en oficinas, hospitales, tiendas, etc. En los cuales las agresiones térmicas sólo se dan de forma excepcional. En estas actividades, en cambio, son frecuentes los problemas asociados a la falta de confort térmico, por lo que es necesario disponer de un criterio de valoración para este tipo de situaciones.[13]

En general, podemos afirmar que para el confort el método más adecuado es el de Fanger (IVM), para el estrés por calor es el de la sudoración requerida (SWreq) y para estrés por frío es el del aislamiento de vestido requerido (IREQ). Los criterios de aplicación presentados a continuación se consideran métodos aplicables ya existentes. [13]

2.2.26.1 Método de Fanger.

Aplicable para la valoración del confort térmico o bien para ambientes térmicos que no disten excesivamente del confort (valores de IVM entre 2 y -2). Para valores de IVM cercanos a ± 3 , se recomienda aplicar cualquiera de los otros métodos.

Es necesario que los seis parámetros básicos estén dentro de los siguientes márgenes:

- Actividad metabólica [46 - 232] W/m²
- Aislamiento térmico de la ropa [0 - 2] clo
- Temperatura del aire [10 - 30] °C
- Temperatura radiante media [10 - 40] °C
- Velocidad del aire [0 - 1] m/s
- Presión del vapor de agua [0 - 2700] Pa.[13]

2.2.26.2 Método del índice de sobrecarga calórica (ISC)

Aplicable para valorar el confort y el estrés térmico por calor. No es aconsejable para ambientes muy secos (humedades relativas inferiores al 30 %), dado que no considera la excesiva pérdida de agua por sudoración. No aconsejable para aislamientos térmicos de la ropa muy diferentes de 0,6 clo o de 0 clo. [13]

2.2.26.3 Método del índice de temperatura de globo y de bulbo húmedo (WBGT)

Aplicable para valorar el estrés térmico por calor en exposiciones continuas.

Aplicable para una primera valoración del estrés térmico ambiental, si bien debe complementarse con cualquiera de los otros tres métodos.

No aconsejable para ambientes muy secos (humedades relativas inferiores al 30 %), dado que no considera la excesiva pérdida de agua por sudoración.

No aconsejable para situaciones de estrés próximas al confort. [13]

2.2.26.4 Método del índice de sudoración requerida (SWreq)

Aplicable para la valoración del estrés térmico por exposición al calor sin las limitaciones de los índices ISC y WBGT. [13]

2.2.26.5 Método del índice del aislamiento del vestido requerido (IREQ)

Aplicable para la valoración del estrés térmico por exposición al frío sin las limitaciones del WCI. [13]

2.2.26.6 Método del índice de viento frío (WCI)

Aplicable para la valoración del estrés térmico por frío en aquellas partes del cuerpo humano no protegidas por el vestido. [13]

Tabla 17: Diferentes Métodos y ventajas.

MÉTODOS	APLICACIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Fanger	Confort	Muy completo	Población no muy representativa
ISC	Estrés por calor y/o disconfort.	Practico	No considera perdidas por sudoración No considera variaciones en el vestido
WBGT	Estrés por calor	Muy practico	Incompleto
SWreq	Estrés por calor y/o disconfort.	Muy completo	Calculo complicado
IREQ	Estrés por frio y/o disconfort.	Muy completo	Calculo complicado
WCI	Estrés por frio	Practico	Incompleto. Considérese partes de piel no protegidos por el vestido.

Fuente: Ergonomía 4 - El Trabajo en Oficinas [13]

Tabla 18: Selección de Métodos.

MÉTODOS	APLICACIÓN
Fanger	<ul style="list-style-type: none"> - Correcto para valores de IVM entre ± 2 - Para valores cercanos a ± 3, se recomienda aplicar cualquiera de los otros tres métodos.
ISC	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad relativa superior al 30% - Aislamiento térmico de la ropa cercano a 0,6 clo, o bien a 0

	clo.
WBGT	<ul style="list-style-type: none"> - Primera aproximación al problema - Debe complementarse con otros métodos
Swreq	<ul style="list-style-type: none"> - Siempre (con estrés térmico por calor)
IREQ	<ul style="list-style-type: none"> - Siempre (por estrés térmico por calor)
WCI	<ul style="list-style-type: none"> - Para las partes de piel no protegidas por el vestido

Fuente: Ergonomía 4 - El Trabajo en Oficinas [13]

2.2.27 Confort Térmico: Método FANGER

FANGER. Propuesto en 1973 por P.O. Fanger. Este método es en la actualidad uno de los más extendidos para la estimación del confort térmico. A partir de la información relativa a la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa o la presión parcial del vapor de agua, el método calcula dos índices denominados Voto medio estimado y Porcentaje de personas insatisfechas, valores ambos, que aportan información clara y concisa sobre el ambiente térmico al evaluador. [26]

Este método es en la actualidad uno de los más extendidos para la estimación del confort térmico.

A partir de la información relativa a la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa o la presión parcial del vapor de agua, el método calcula dos índices denominados Voto medio estimado (PMV-predicted mean vote) y el Porcentaje de personas insatisfechas (PPD-predicted percentage dissatisfied), valores ambos, que aportan información clara y concisa sobre el ambiente térmico al evaluador. La importancia y aplicación generalizada del método queda patente en su inclusión como parte de la norma ISO 7730 relativa a la evaluación del ambiente térmico. [14]

2.2.27.1 Aplicación del Método

El procedimiento de aplicación del método se resume en los siguientes pasos:

1. Recopilación de información, que incluirá:

1.1. El Aislamiento de la ropa.

1.2. La Tasa metabólica.

1.3. Características del ambiente, definida por:

- La Temperatura del aire
- La Temperatura radiante
- La Humedad relativa o la Presión parcial del vapor de agua
- La Velocidad relativa del aire

2. Cálculo del Voto medio estimado (PMV).

3. Obtención de la sensación térmica global a partir del Voto medio estimado, según la escala de 7 niveles definida por Fanger.

4. Cálculo de Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) a partir del valor del PMV.

5. Análisis de resultados: (estos puntos se proponen como complemento a la aplicación del método propiamente dicho).

- Valoración de la situación (satisfactoria o no adecuada) en función del valor del PMV y del PPD.[14]

2.2.27.2 ESTIMACIÓN DEL AISLAMIENTO DE LA ROPA

Para aplicar el método es necesario conocer el grado de aislamiento que la ropa por medio de tablas que permiten el cálculo del aislamiento térmico de la ropa a partir de combinaciones habituales de prendas, o bien mediante la selección personalizada de las prendas que configuran el atuendo del trabajador. Las unidades para medir el aislamiento térmico de la ropa son el clo y los metros cuadrados kelvin por vatio (m^2K/W). [14]

Tabla 19: Valores de Aislamiento de ropa.

TIPO DE ROPA	AISLAMIENTO (clo.)
Desnudo	0 clo.
Ropa Ligera (ropa de verano)	0.5 clo.
Ropa Media (traje completo)	1 clo.
Ropa Pesada (uniforme militar de invierno)	1.5 clo.

Fuente: INSHT Nota Técnica de Prevención 74: Confort térmico. [24]

2.2.27.3 CÁLCULO DE LA TASA METABÓLICA

La tasa metabólica mide el gasto energético muscular que experimenta el trabajador cuando desarrolla una tarea. Gran parte de dicha energía es transformada directamente en calor. Aproximadamente sólo el 25% de la energía es aprovechada en realizar el trabajo, el resto se convierte en calor. [14]

El cálculo de la tasa metabólica será necesario no sólo como variable para la estimación del bienestar térmico mediante el Voto Medio Estimado, sino también para la evaluación de la carga física asociada a la tarea, al observarse una relación directa entre la dureza de la actividad desarrollada y el valor de la tasa metabólica.[14]

Tabla 20: Metabolismo para distintos tipos de actividades.

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m^2)	
	Valor medio	Intervalo
Trabajo con las manos		
Ligero	15	< 20
Medio	30	20 – 35
Intenso	40	> 35
Trabajo con un Brazo		
Ligero	35	< 45
Medio	55	45 – 65

Intenso	75	> 65
Trabajo con dos Brazos		
Ligero	65	< 75
Medio	85	75 – 95
Intenso	105	> 95
Trabajo con el tronco		
Ligero	125	< 155
Medio	190	155 – 230
Intenso	280	230 - 330
Muy Intenso	390	> 330

Fuente: INSHT Nota Técnica de Prevención 323. [25]

Actividad Metabólica del Trabajo

$$M = \sum (AM + MB) * Tbj \text{ Ec. 2.6}$$

Metabolismo Basal (MB) considerado de 1 Kcal/min

Dónde:

M = Actividad metabólica del trabajo (W/m²)

AM = Actividad metabólica de acuerdo a las tareas realizadas

MB = Metabolismo basal

Tbj = Tiempo de trabajo

2.2.27.4 Características del Ambiente

Influencia Temperatura Radiante Media

Se corresponde con el intercambio de calor por radiación entre el cuerpo y las superficies que lo rodean. La temperatura radiante media se puede calcular a partir de los valores medidos de la temperatura seca, la temperatura de globo y la velocidad relativa del aire leídas y mediante la siguiente ecuación:[14]

$$T_{rm} = T_g + 1.9 * \sqrt{V_a} * [T_g - T_s] \text{ Ec. 2.7}$$

En la que:

T_{rm} = temperatura radiante media medida en grados Celsius (C°)

T_g = temperatura de globo medida en grados Celsius (C°)

V_a = velocidad del aire medida en metros por segundo (m/s)

T_s = temperatura de termómetro seco medida en grados Celsius (C°)

La humedad relativa medida en porcentaje.(%) El método permite también realizar los cálculos empleando la presión parcial del vapor de agua medida en Pa. [14]

2.2.27.5 VOTO MEDIO ESTIMADO (PMV)

Es un índice que refleja el valor de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala de sensación térmica de 7 niveles (frío, fresco, ligeramente fresco, neutro, ligeramente caluroso, caluroso, muy caluroso), basado en el equilibrio térmico del cuerpo humano (la producción interna de calor del cuerpo es igual a su pérdida hacia el ambiente). [14]

El PMV que manifiesta un grupo de personas puede expresarse mediante la ecuación:

$$PMV = t_s * (M - W - E_d - E - E_{res} - C_{res} - R - C) \quad \text{Ec. 2.8}$$

En dónde cada variable se describe en la tabla siguiente:

Tabla 21: Variables que intervienen en el balance térmico.

Variable	Descripción	Valor	Unidades
t_s	Coefficiente de transferencia de sensación térmica	$0.303 * e - 0.036M + 0.028$	m ² /W
W	Energía metabólica producida por el organismo	W	W/m ²
M	Trabajo mecánico externo	M	W/m ²

E_d	Pérdida de calor por difusión de agua por la piel	$3.05 * 10^{-3} * [5733 - 6.99 * (M - W) - pa]$	W/m2
E	Pérdida de calor por evaporación del sudor	$0.42 * [(M - W) - 58.15]$	W/m2
E_{res}	Pérdida de calor latente por respiración	$1.7 * 10^{-5} * M * (5867 - pa)$	W/m2
C_{res}	Pérdida de calor sensible por respiración	$0.0014 * M * (34 - ta)$	W/m2
R	Pérdida de calor por radiación	$3.96 * 10^{-8} * f_{clo} * [(t_{clo} + 273)^4 - (TRM + 273)^4]$	W/m2
C	Pérdida de calor por convección	$f_{clo} * h_c * (t_{clo} - ta)$	W/m2

Fuente: Norma UNE-ISO-7730. [16]

En la que:

$$PMV = [0.303 * e^{-0.036M} + 0.028] * \{(M - V) - 3.05 * 10^{-3} * [5733 - 6.99 * (M - V) - pa] - 0.42[(M - V) - 58.15] - 1.7 * 10^{-5} * M * (5867 - pa) - 0.0014 * M * (34 - t_a) - 3.96 * 10^{-8} * f_{cl} * [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a)\} \text{Ec. 2.9}$$

Cada variable se describe en la tabla 19 a continuación:

Tabla 22: Variables que intervienen en la ecuación de Fanger.

Variable	Descripción	Unidades
PMV	Índice de valoración medio o voto medio estimado	Adimensional
M	Producción de energía metabólica	W/m2
W	Trabajo externo, nulo en la mayoría de los casos	W/m2
Iclo	resistencia térmica de la ropa	Clo

f _{clo}	Relación entre el área del cuerpo vestido y el área del cuerpo desnudo	%
t _a	Temperatura del aire	°C
TRM	Temperatura radiante media	°C
Var	Velocidad relativa del aire (relativa al cuerpo humano)	m/s
p _a	Presión parcial del vapor de agua	Pa
h _c	Coefficiente de convección	W/(m ² K)
t _{clo}	Temperatura superficial de la ropa	°C

Fuente: Norma UNE-ISO-7730. [16]

Las ecuaciones siguientes muestran el sistema de obtención de algunos de los parámetros anteriores:

$$t_{cl} = 35.7 - 0.028 * (M - V) - I_{cl} \{ 3.96 * 10^{-8} * f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a) \} \quad \text{Ec. 2.10}$$

$$h_{cl} = \begin{cases} 2.38 * |t_{cl} - t_a|^{0.25} & \text{si } 2.38 * |t_{cl} - t_a|^{0.25} > 12.1\sqrt{v_{ar}} \\ 12.1\sqrt{v_{ar}} & \text{si } 2.38 * |t_{cl} - t_a|^{0.25} < 12.1\sqrt{v_{ar}} \end{cases} \quad \text{Ec. 2.11}$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1.00 + 1.290 * I_{cl} & \text{si } I_{cl} \leq 0.078 \frac{m^2}{w} \\ 1.05 + 0.645 * I_{cl} & \text{si } I_{cl} > 0.078 \frac{m^2}{w} \end{cases} \quad \text{Ec. 2.12}$$

2.2.28 EQUILIBRIO TÉRMICO

Depende de la actividad física, de la vestimenta, y de parámetros ambientales como: la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad del aire y la humedad del aire.

Limitaciones:

El índice PMV ha sido establecido para condiciones estacionarias, pero puede aplicarse con una buena aproximación, en presencia de pequeñas fluctuaciones de las variables, a condición de que se consideren los valores medios ponderados en el tiempo que arrojen tales variables durante la hora precedente. [14]

El índice sólo debería utilizarse para valores de PMV comprendidos entre -2 y +2, debiendo estar los valores de los seis parámetros fundamentales comprendidos en los intervalos siguientes:

Tabla 23: Valores de los seis parámetros fundamentales.

PARÁMETROS	INTERVALOS DE LOS LÍMITES
Tasa Metabólica (M)	$46 \text{ y } 322 \text{ W/m}^2$ $0,8 \text{ met} \leq M \leq 4 \text{ met}$
Aislamiento de la Ropa (clo)	$0 \text{ y } 0,31 \text{ K/W}$ $0 \text{ clo} \leq I_{cl} \leq 2 \text{ clo}$
Temperatura del Aire (T_a)	$10 \text{ }^\circ\text{C} \leq T_a \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$
Temperatura Radiante Media (tr)	$10 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_r \leq 40 \text{ }^\circ\text{C}$
Velocidad del Aire (V_{ar})	$0 \text{ m/s} \leq V_{ar} \leq 1 \text{ m/s}$
Presión del Vapor del Agua	$0 \text{ y } 2700 \text{ Pa}$

Fuente: Método FANGER Estimación de la sensación térmica. [22]

Elaborado por: Autor

2.2.29 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE PERSONAS INSATISFECHAS (PPD)

Conocido el voto medio estimado es posible calcular el Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) en el entorno térmico evaluado. Este índice estima la dispersión

de los votos de las personas alrededor del PVM obtenido y representara el porcentaje de personas que considerarían la sensación como desagradable, demasiado fría o calurosa.[14]

$$PPD = 100 - 95 * e^{-0.03353*PMV^4 - 0.2179*PMV^2} \quad \text{Ec. 2.13}$$

El cálculo del voto medio estimado y del porcentaje de personas insatisfechas permite identificar situaciones de incomodidad térmica percibidas por el cuerpo en su conjunto, sin embargo existen una serie de factores tales como las corrientes de aire, la diferencia de temperatura vertical, la existencia de techos, paredes o suelos fríos o calientes (asimetría de la temperatura radiante), que pueden provocar incomodidad al trabajador aun cuando la situación global haya sido valorada como satisfactoria por el método Fanger.[14]

2.2.30 ESTIMACIÓN DE LA SENSACIÓN TÉRMICA

Tabla 24: Sensación térmica en función del valor del voto medio estimado.

PMV	PPD	SENSACIÓN TÉRMICA
+3	99%	Muy caluroso
+2	77%	Caluroso
+1	26%	Ligeramente caluroso
0	5%	Neutro
-1	26%	Ligeramente fresco
-2	77%	Fresco
-3	99%	Frio

Fuente: Norma UNE-ISO-7730. [16]

2.2.31 AMBIENTE LABORAL

2.2.31.1 TIPO DE OPERACIÓN QUE PRESTA LA EMPRESA

La función principal del área clasificadora de brócoli es Floretear (Cortar) la pella de brócoli en pedazos según el calibre que necesite el proveedor, el brócoli floreteado ingresa al área de depósito para ser lavado e hidratado, luego de esto, las gavetas de

brócoli son llevadas hacia el área de almacenamiento en donde son llevados en camiones hacia otro proceso.[27]



Figura 5: Producto de primera calidad Brócoli.
Fuente: PROVEFRUT [27]

2.2.32 TIPOS DE CALIBRES

Los cortes de brócoli se denominan en calibres representados con fracciones de números: 15/30, 20/40, etc. Las cifras representan el rango de diámetro de la cabeza y el rango de tamaño proporcional del tallo y cabeza. Adicionalmente los floretes se clasifican según su calidad, presentación y tipo de corte en Premium, grado A, Standard y grado B. Esta etapa incluye un proceso de control de calidad y verificación de la clasificación de tipos de cortes. [27]

Tabla 25: Tipos de Calibres que Cortan en la empresa PRO-FLORET.

mm	35/45	10/50	10/60	10/40	10/55	10/65
Mínima (Kg)						
8 horas	120	256	352	176	320	432

Fuente: Guía de Calibres PRO-FLORET
Elaborado por: Autor

2.2.33 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA CLASIFICADORA

El área clasificadora consta de 1200 m² (12 metros de largo por 10 metros de ancho), en este sitio laboran 45 trabajadores disponibles para cada puestos de trabajo propios del área. El piso de trabajo es de concreto, las paredes están cubiertas por material de porcelana para facilitar la limpieza del área. En el área clasificadora de brócoli existe una cadena de trabajadoras que realizan el floreteo del brócoli. [27]



Figura 6: Área clasificadora de brócoli PRO-FLORET.

Fuente: Autor

El área en estudio se caracteriza por un contenido donde predomina el trabajo físico. Las actividades dentro del área Clasificadora de Brócoli son realizadas manualmente, de pie, existen movimientos repetitivos, posturas de trabajo prolongadas, manipulación de cargas. Las operaciones que resultan extra pesadas lo realizan con la ayuda de un montacargas, en el proceso de hidratación del brócoli y los factores del medio ambiente frío, la exposición excesiva pueden aumentar el potencial de los trastornos musculo esqueléticos (TME's).[27]

2.2.34 PROCESO DE PRODUCCIÓN

En esta empresa laboral semi procesadora cuenta el área específica de trabajo que es la clasificación o el floreteo de brócoli.

Proceso 1: Recepción de Materia Prima

Proceso 2: Corte y Floreteado

Proceso 3: Pesaje

Proceso 4: Hidratación

Proceso 5: Almacenamiento

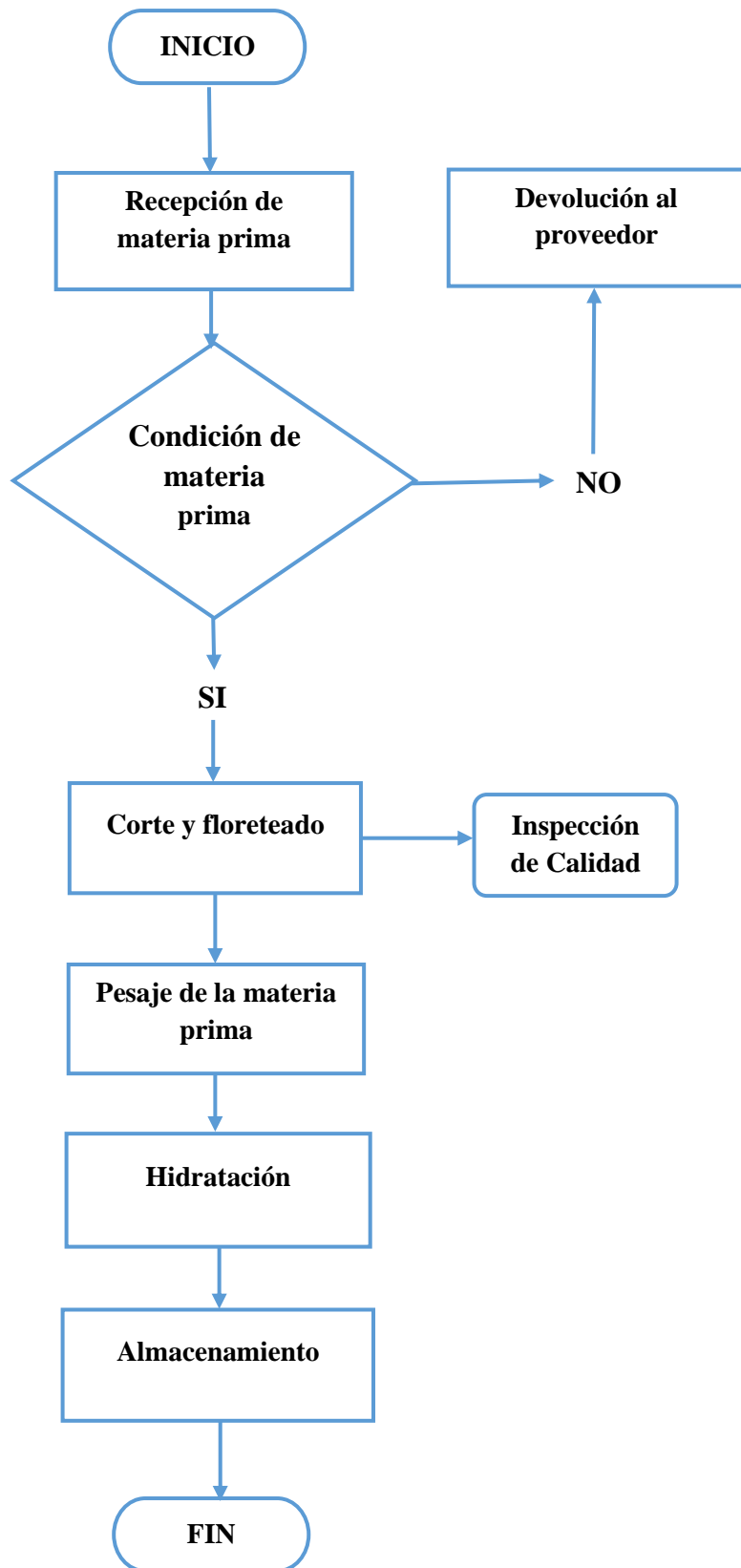


Figura 7: Diagrama de flujo del proceso de producción de la empresa PRO-FLORET.
Fuente: Autor.

2.2.35 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

En la Recepción de Materia Prima el componente principal del costo es la Mano de Obra. El insumo que recibe éste proceso es el brócoli que recibe de los proveedores (materia prima), y a través de un control (muestreo) que ya viene establecido de los proveedores, entrega a Corte y Floreteado (personal) un producto que cumple con la norma. [27]

En la recepción de Materia prima cada camión que llega al área de recepción viene con su ficha de pesaje para el día, para el presente estudio, se considera que cada bin carga alrededor de 200 kg de Materia Prima, según el proveedor distribuya la materia prima viene aproximadamente 9500kg por día. Este es un valor aproximado que puede acercarse mucho a un promedio, sin embargo la disponibilidad de Materia Prima depende mucho de los proveedores (Provefrut) y sus condiciones de producción agrícola.[27]

El transporte y movimientos de Materia Prima (excepto en la alimentación de las líneas de corte y floreteo), son realizados con montacargas o por los “Operadores Varios Servicios”, a los cuáles se les conoce simplemente como OVS. Los OVS también realizan otras actividades como el transporte de bines vacíos y el lavado de los mismos. [27]



Figura 8: Recepción de materia prima.

Fuente: Autor

2.2.36 CORTE Y FLORETEADO

En este proceso el mayor componente del costo es la Mano de Obra. El análisis de actividades se centra en el corte manual, este representa entre un 65 y 75% del total del corte y floreteo en términos de volumen y, además, el corte manual es el más apreciado en los mercados internacionales. El corte manual de cada pella de brócoli es realizado simultáneamente por alrededor de 41 cortadoras en esencial la mano de obra femenina y dependiendo de la planeación de producción, puede variar las carga de trabajo horario según el turno que este planificado. [27]

El tiempo del corte del brócoli florets depende mucho del calibre, así como de la cortadora (las cortadoras expertas lo realizan más rápido en comparación con la demás), sin embargo, podemos anotar tiempos promedios de alrededor de 30 kg/h de brócoli floreteado por cada una, unos 240 kg al día. [27]



Figura 9: Corte y floreteado de pella de brócoli.

Fuente: Autor

2.2.37 PESAJE

En este proceso se registra la medición de cada pella de brócoli según el calibre a cortar, el personal trabaja según lo que haya cortado en el día, por eso el costo de Mano de Obra es según lo pesado. El corte lo realiza con un cuchillo adecuado y se demoran alrededor de 30 segundos por cada pella. Esta actividad necesita de la balanza de piso, una característica en este proceso es el armado del pallet de producto semi procesado (36 gavetas con un total de 540 kg de producto semi procesado) que constituye la unidad con la que se entrega el producto a Proceso. Este pallet es transportado hacia el área de almacenamiento en donde permanece por varios minutos, a veces un par de horas, esperando ser transportado al área de entrega. [27]



Figura 10: Pesaje del producto.

Fuente: Autor

2.2.38 HIDRATACIÓN Y ALMACENAMIENTO

En este proceso se realiza en la misma área de almacenamiento la hidratación del producto para mantenerlo hidratado en pallet en donde permanece por varios minutos, a veces un par de horas, esperando a ser transportado por medio de un montacargas hacia los camiones que se llevan el producto pedido por el proveedor. En este proceso también se realiza lo que es la diferencia de producto en bruto y el producto floreteado realizado por el cargamento suministrado por el proveedor para un primer cargamento de materia prima se tiene el peso en bruto de 4524 kg y el producto cortado fue de 2387 Kg, con un tiempo aproximado de 2 horas de floreteo.[27]



Figura 11: Almacenamiento en gavetas con brócoli.

Fuente: Autor

CAPÍTULO III

3 DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Existen actualmente varios métodos que apoyan al evaluador durante el estudio de un puesto de trabajo. Para una mejor evaluación, se deben distinguir los beneficios y alcances que brindan unos con respecto a otros.

La mejor alternativa para la evaluación de los diferentes riesgos ergonómicos se determina considerando los aspectos claves de cada criterio de selección.

3.1.1 MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE CRITERIOS PONDERADOS

Una vez definidos los requerimientos de servicio, se emplea el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para evaluar la conveniencia de las alternativas del modelo a ser planteadas.

Con este método se asigna una valoración a cada alternativa planteada, la misma que es comparada y tabulada con la valoración de las otras alternativas.

3.1.2 ASIGNACIÓN DE VALORES DE PONDERACIÓN

Valoración	Criterio de valoración
1	Si la alternativa de las filas es superior (o mejor; $>$) que la alternativa de las columnas.
0,5	Si la alternativa de las filas es equivalente (igual $=$) a la alternativa de las columnas.
0	Si la alternativa de las filas es inferior (o peor; $<$) que la alternativa de las columnas.

3.1.3 SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA EL MOVIMIENTOS REPETITIVOS

FACTORES DE RIESGO

Los criterios de valoración considerados son:

1. La postura y movimientos forzados.-Trabajar repetidamente forzando alguna de las articulaciones de la extremidad superior para ejecutar una tarea incrementa el nivel de riesgo.
2. La fuerza requerida.-El uso de fuerza intensa de forma repetida es un factor crítico que debe evitarse en el trabajo repetitivo.
3. La frecuencia de movimientos.- Realizar continuamente movimientos de alguna parte del cuerpo hasta una posición forzada incrementa el nivel de riesgo. A mayor frecuencia, el riesgo puede aumentar debido a la exigencia física que requiere el movimiento a cierta velocidad.
4. Ritmo de trabajo.- El tiempo de recuperación es el periodo de descanso siguiente a un periodo de actividad con movimientos repetitivos de las extremidades superiores, permitiendo la recuperación fisiológica.
5. La duración del esfuerzo.- Es el tiempo total de exposición a trabajo repetitivo durante toda la jornada, esta duración representa otro factor de riesgo.
6. Otros factores de Riesgo.- Algunos de estos factores adicionales que requieren especial atención son el uso de herramientas vibrátiles, la exposición a frío, compresiones localizadas, golpes o movimientos bruscos, el uso de guantes inadecuados para la tarea y la imposición del ritmo de trabajo.

3.1.4 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

- Método CHECK LIST OCRA: (Occupational Repetitive Action)
- Método RULA:(RapidUpperLimbAssessment).
- Índice de Esfuerzo Laboral:(Job StrainIndex).
- Método Ergo-IBV: Módulo Tareas Repetitivas.

3.1.5 SELECCIÓN DEL MÉTODO

Utilizando el Método de Ordinal Corregido de Criterios Ponderados se inicia con la evaluación de cada criterio de acuerdo a su importancia, considerando que:

La postura y movimientos forzados > La fuerza requerida > La frecuencia de movimientos > La velocidad de trabajo > Ritmo de trabajo > La duración del esfuerzo = Repetitividad

Tabla 26: Valoración de parámetros para la selección de alternativas.

CRITERIOS	La postura y movimientos forzados	La fuerza requerida	La frecuencia de movimientos	Velocidad de Trabajo	Ritmo de trabajo	Duración del Esfuerzo	Repetitividad	$\Sigma + 1$	Ponderacion
La postura y movimientos forzados		0,5	0	0,5	0	0,5	0	2,5	0,079
La fuerza requerida	0		1	0,5	0,5	1	0,5	4,5	0,143
La frecuencia de movimientos	0	0		0,5	0,5	1	0,5	3,5	0,111
Velocidad de Trabajo	0,5	1	0,5		1	1	0,5	5,5	0,175
Ritmo de trabajo	0,5	0	0	1		1	0,5	4	0,127
Duración del Esfuerzo	0,5	1	1	1	0,5		0,5	5,5	0,175
Repetitividad	1	1	1	1	0,5	0,5		6	0,19
							suma	31,5	1

Fuente: Autor

Evaluación de los Diferentes Métodos para las distintas soluciones para cada criterio.

La postura y movimientos forzados

M. OCRA > M. RULA > M. Ergo-IBV = M. J.S.I.

Tabla 27: Evaluación del criterio “La postura y movimientos forzados”.

La postura y movimientos forzados	M. OCRA	M. RULA	M. J.S.I.	M. Ergo-IBV	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. OCRA		0	0,5	0,5	2	0,25
M. RULA	1		1	0,5	3,5	0,438
M. J.S.I.	0	0		0	1	0,125
M. Ergo-IBV	0	0	0,5		1,5	0,188
				Suma	8	1

Fuente: Autor

La fuerza requerida

M. RULA > M. OCRA > M. Ergo-IBV = M. J.S.I.

Tabla 28: Evaluación del criterio “La fuerza requerida”.

La fuerza requerida	M. OCRA	M. RULA	J.S.I.	M. Ergo-IBV	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. OCRA		1	1	1	4	0,364
M. RULA	0,5		0,5	1	3	0,273
J.S.I.	0	0		0,5	1,5	0,136
M. Ergo-IBV	0	0,5	1		2,5	0,227
				Suma	11	1

Fuente: Autor

La frecuencia de movimientos

M. OCRA > M. RULA > M. Ergo-IBV = M. J.S.I.

Tabla 29: Evaluación del criterio “La frecuencia de movimientos”.

La frecuencia de movimientos	M. OCRA	M. RULA	J.S.I.	M. Ergo-IBV	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. OCRA		1	0	0,5	2,5	0,313
M. RULA	0,5		0	0,5	2	0,25
J.S.I.	0	0,5		0,5	2	0,25
M. Ergo-IBV	0	0	0,5		1,5	0,188
				Suma	8	1

Fuente: Autor

Velocidad de Trabajo

M. OCRA > M. RULA = M. Ergo-IBV = M. J.S.I.

Tabla 30: Evaluación del criterio “Velocidad de Trabajo”.

Velocidad de Trabajo	M. OCRA	M. RULA	J.S.I.	M. Ergo-IBV	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. OCRA		1	0,5	0,5	3	0,333
M. RULA	0,5		0,5	0,5	2,5	0,278
J.S.I.	0	0		0,5	1,5	0,167
M. Ergo-IBV	0,5	0,5	0		2	0,222
				Suma	9	1

Fuente: Autor

Ritmo de trabajo

$$M. OCRA > M. J.S.I. = M. Ergo-IBV > M. RULA$$

Tabla 31: Evaluación del criterio “Ritmo de trabajo”.

Ritmo de trabajo	M. OCRA	M. RULA	J.S.I.	M. Ergo-IBV	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. OCRA		1	1	1	4	0,471
M. RULA	0,5		0	0,5	2	0,235
J.S.I.	0	0		0	1	0,118
M. Ergo-IBV	0	0,5	0		1,5	0,176
				Suma	8,5	1

Fuente: Autor

Duración del Esfuerzo

$$M. OCRA > M. J.S.I. > M. Ergo-IBV = M. RULA$$

Tabla 32: Evaluación del criterio “Duración del Esfuerzo”.

Duración del Esfuerzo	M. OCRA	M. RULA	J.S.I.	M. Ergo-IBV	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. OCRA		0,5	1	1	3,5	0,35
M. RULA	1		0,5	0,5	3	0,3
J.S.I.	0	0,5		0,5	2	0,2
M. Ergo-IBV	0	0	0,5		1,5	0,15
				Suma	10	1

Fuente: Autor

Repetitividad Ciclo de trabajo

$$M. OCRA > M. J.S.I. > M. Ergo-IBV = M. RULA$$

Tabla 33: Evaluación del criterio “Repetitividad Ciclo de trabajo”.

Repetitividad Ciclo de trabajo	M. OCRA	M. RULA	J.S.I.	M. Ergo-IBV	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. OCRA		1	0,5	0,5	3	0,4
M. RULA	0,5		0	0,5	2	0,267
J.S.I.	0	0,5		0	1,5	0,2
M. Ergo-IBV	0	0	0		1	0,133
				Suma	7,5	1

Fuente: Autor

Sumatoria de la valoración de parámetros

Tabla 34: Valoración de Criterios.

CONCLUSIÓN	La postura y movimientos forzados	La fuerza requerida	La frecuencia de movimientos	Velocidad de Trabajo	Ritmo de trabajo	Duración del Esfuerzo	Repetitividad	Σ	Prioridad
M. OCRA	0,020	0,052	0,0347	0,0583	0,0598	0,0613	0,076	0,362	1
M. RULA	0,035	0,039	0,0278	0,0486	0,0299	0,0525	0,0507	0,283	2
M. J.S.I.	0,010	0,0195	0,0278	0,0292	0,0149	0,035	0,038	0,174	4
M. Ergo-IBV	0,015	0,0325	0,0208	0,0389	0,0224	0,0263	0,0253	0,181	3

Fuente: Autor

Del análisis se advierte que el Método Checklist OCRA (Occupational Repetitive Action) es el mejor situado y por lo tanto el que se ajusta mejor a las necesidades del presente estudio; seguido muy de cerca por el Método de RULA (Rapid Upper Limb Assessment).

MÉTODO SELECCIONADO: OCRA

3.1.6 SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS (MMC)

FACTORES DE RIESGO

Los criterios de valoración considerados son:

1. Posturas y movimientos a la hora de levantar y depositar la carga.- La combinación del peso con otros factores, como la postura, la posición de la carga, etc., va a determinar que estos pesos recomendados estén dentro de un rango admisible o, por el contrario, supongan todavía un riesgo importante para la salud del trabajador
2. Ritmo de trabajo: levantamientos por minuto.- Una frecuencia elevada en la manipulación manual de las cargas puede producir fatiga física y una mayor probabilidad de sufrir un accidente al ser posible que falle la eficiencia muscular del trabajador.
3. Características de la carga.- Una carga demasiado ancha va a obligar a mantener posturas forzadas de los brazos y no va a permitir un buen agarre de la misma.
4. El tiempo de exposición.- Si el trabajador debe amoldarse al ritmo del proceso, por ejemplo, en un trabajo en cadena, la fatiga se irá acumulando y podrá aumentar en un espacio de tiempo muy corto.
5. Periodos de recuperación.- Si no hay un descanso suficiente durante las tareas de manipulación manual de cargas, el trabajador no podrá recuperarse de la fatiga, por lo que su rendimiento será menor, y aumentarán las posibilidades de que se produzca una lesión. Si las posturas son muy fijas o forzadas, la fatiga muscular aumentará rápidamente
6. Peso de los objetos manipulados.- El desplazamiento vertical de una carga es la distancia que recorre la misma desde que se inicia el levantamiento hasta que finaliza la manipulación.

3.1.7 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

- Método Ecuación de NIOSH

- Guía de levantamiento de cargas de INSHT
- ISO 11228. Ergonomics – Manual Handling – Evaluación del riesgo por Manipulación Manual de Cargas (MMC).
- Tablas de SNOOK Y CIRELLO:

3.1.8 SELECCIÓN DEL MÉTODO

Utilizando el Método de Ordinal Corregido de Criterios Ponderados se inicia con la evaluación de cada criterio de acuerdo a su importancia, considerando que:

Posturas y movimientos > Ritmo de trabajo > Características de la carga > El tiempo de exposición > Periodos de recuperación = Peso de los objetos manipulados.

Tabla 35: Clasificación de Métodos para la Evaluación de Levantamiento Manual de Cargas.

CRITERIOS	Posturas y movimientos a la hora de levantar y depositar la carga	Ritmo de trabajo: levantamientos por minuto	Características de la carga	Tiempo de exposición	Periodos de recuperación	Peso de los objetos manipulados	$\Sigma + 1$	Ponderación
Posturas y movimientos a la hora de levantar y depositar la carga		1	1	0,5	0,5	1	5	0,164
Ritmo de trabajo: levantamientos por minuto	0,5		1	0,5	1	1	5	0,164
Características de la carga	0,5	1		1	1	0,5	5	0,164
Tiempo de exposición	1	1	1		0,5	1	5,5	0,18
Periodos de recuperación	1	1	1	0,5		1	5,5	0,18
Peso de los objetos manipulados.	1	1	0,5	0,5	0,5		4,5	0,148
						suma	30,5	1

Fuente: Autor

Evaluación de los Diferentes Métodos para las distintas soluciones para cada criterio.

Posturas y movimientos a la hora de levantar y depositar la carga

M. NIOSH = M. INSHT > ISO 11228 = TABLA DE SNOOK Y CIRELLO

Tabla 36: Evaluación del criterio “Posturas y movimientos a la hora de levantar y depositar la carga”.

Posturas y movimientos a la hora de levantar y depositar la carga	M. NIOSH	M. INSHT	ISO 11228	Tablas de SNOOK y CIRELLO	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. NIOSH		1	0,5	1	3,5	0,318
M. INSHT	0,5		0,5	0,5	2,5	0,227
ISO 11228	1	0,5		1	3,5	0,318
Tablas de SNOOK y CIRELLO	0	0,5	0		1,5	0,136
				Suma	11	1

Fuente: Autor

Ritmo de trabajo: levantamientos por minuto

ISO 11228 > M. NIOSH = M. INSHT > TABLA DE SNOOK Y CIRELLO

Tabla 37: Evaluación del criterio “Ritmo de trabajo: levantamientos por minuto”.

Ritmo de trabajo: levantamientos por minuto	M. NIOSH	M. INSHT	ISO 11228	Tablas de SNOOK y CIRELLO	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. NIOSH		1	0,5	1	3,5	0,368
M. INSHT	0,5		0,5	0	2	0,211
ISO 11228	1	0,5		0,5	3	0,316
Tablas de SNOOK y CIRELLO	0	0	0		1	0,105
				Suma	9,5	1

Fuente: Autor

Características de la carga

M. INSHT > ISO 11228 = M. NIOSH > TABLA DE SNOOK Y CIRELLO

Tabla 38: Evaluación del criterio “Características de la carga”.

Características de la carga	M. NIOSH	M. INSHT	ISO 11228	Tablas de SNOOK y CIRIELLO	$\Sigma + 1$	Ponderación
M. NIOSH		1	1	1	4	0,348
M. INSHT	0,5		0,5	0,5	2,5	0,217
ISO 11228	0,5	1		1	3,5	0,304
Tablas de SNOOK y CIRIELLO	0	0,5	0		1,5	0,13
				Suma	11,5	1

Fuente: Autor

Tiempo de exposición

M. NIOSH = M. INSHT > ISO 11228 > TABLA DE SNOOK Y CIRIELLO

Tabla 39: Evaluación del criterio “Tiempo de exposición”.

Tiempo de exposición	M. NIOSH	M. INSHT	ISO 11228	Tablas de SNOOK y CIRIELLO	$\Sigma + 1$	Ponderación
M. NIOSH		1	0,5	1	3,5	0,318
M. INSHT	0,5		1	0,5	3	0,273
ISO 11228	1	0,5		0,5	3	0,273
Tablas de SNOOK y CIRIELLO	0	0	0,5		1,5	0,136
				Suma	11	1

Fuente: Autor

Periodos de recuperación

M. INSHT > M. NIOSH = ISO 11228 > TABLA DE SNOOK Y CIRIELLO

Tabla 40: Evaluación del criterio “Periodos de recuperación”.

Periodos de recuperación	M. NIOSH	M. INSHT	ISO 11228	Tablas de SNOOK y CIRIELLO	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. NIOSH		1	0,5	1	3,5	0,333
M. INSHT	0,5		0,5	0,5	2,5	0,238
ISO 11228	1	0,5		1	3,5	0,333
Tablas de SNOOK y CIRIELLO	0	0	0		1	0,095
				Suma	10,5	1

Fuente: Autor

Peso de los objetos manipulados.

M. NIOSH > M. INSHT > ISO 11228 = TABLA DE SNOOK Y CIRELLO

Tabla 41: Evaluación del criterio “Peso de los objetos manipulados”.

Peso de los objetos manipulados.	M. NIOSH	M. INSHT	ISO 11228	Tablas de SNOOK y CIRIELLO	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. NIOSH		1	0,5	1	3,5	0,333
M. INSHT	0,5		0,5	0	2	0,19
ISO 11228	1	0,5		1	3,5	0,333
Tablas de SNOOK y CIRIELLO	0	0	0,5		1,5	0,143
				Suma	10,5	1

Fuente: Autor

Sumatoria de la valoración de parámetros

Tabla 42: Valoración de Criterios.

CONCLUSIÓN	Posturas y movimientos a la hora de levantar y depositar la carga	Ritmo de trabajo: levantamientos por minuto	Características de la carga	Tiempo de exposición	Periodos de recuperación	Peso de los objetos manipulados	Σ	Prioridad
M. NIOSH	0,0522	0,0604	0,0570	0,0573	0,0600	0,0493	0,3363	1
M. INSHT	0,0373	0,0345	0,0357	0,0491	0,0429	0,0282	0,2276	3
ISO 11228	0,0522	0,0518	0,0499	0,0491	0,0600	0,0493	0,3123	2
Tablas de SNOOK y CIRIELLO	0,0224	0,0173	0,0214	0,0245	0,0171	0,0211	0,1238	4

Fuente: Autor

Del análisis se advierte que el Método NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional) es el mejor situado y por lo tanto el que se ajusta mejor a las necesidades del presente estudio; seguido muy de cerca de la Norma ISO 11228- Ergonomics – Manual Handling – Evaluación del riesgo por Manipulación Manual de Cargas (MMC).

MÉTODO SELECCIONADO: NIOSH

3.1.9 SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA POSTURAS FORZADAS

FACTORES DE RIESGO

Los criterios de valoración considerados son:

1. Posturas de trabajo (Extremidades superiores e Inferiores).- Las posturas que se adopten para accionar el control con la extremidad superior, o el pedal con la extremidad inferior, influyen dependiendo de la fuerza requerida.
2. Duración de la postura.- El mantener la misma postura durante un tiempo prolongado es un factor de riesgo a minimizar. Si además la postura que se adopta es valorada como forzada, el tiempo de estatismo postural de forma continua debe ser mucho menor.

3. Posturas de tronco y cuello.- La flexión de tronco, la rotación axial y la inclinación lateral son posturas que deben ser identificadas conjuntamente con el ángulo de inclinación y Las posturas de cuello que se deben identificar son la flexión de cuello (hacia adelante), extensión de cuello, inclinación lateral y rotación axial.
4. Frecuencia de Movimientos.- Realizar continuamente movimientos de alguna parte del cuerpo hasta una posición forzada incrementa el nivel de riesgo. A mayor frecuencia, el riesgo puede aumentar debido a la exigencia física que requiere el movimiento a cierta velocidad.
5. Estrés físico (Carga Mental).- La expresión carga mental designa la obligación cognitiva o el grado de movilización de energía y capacidad mental que la persona pone en juego para desempeñar la tarea.
6. Periodos de recuperación.- El tiempo de recuperación es el periodo de descanso siguiente a un periodo de actividad con posturas forzadas de las extremidades superiores, permitiendo la recuperación fisiológica.

Debe considerar la intensidad del esfuerzo al que se expone, de la frecuencia del riesgo y duración de la exposición, con el fin de valorar adecuadamente la exposición y la probabilidad de que se produzca el TME.

3.1.10 MÉTODOS DE EVALUACIÓN.

- Método OWAS (OvakoWorkingAnalysisSystem)
- Método REBA (Rapid EntireBodyAssessment)
- Método RULA, Evaluación postural Rápida
- Norma UNE-EN 1005-4:2005. Evaluación de las posturas y movimientos de trabajo en relación con las máquinas.
- ISO 11226:2000. Evaluación de posturas de trabajo estáticas.

3.1.11 SELECCIÓN DEL MÉTODO.

Utilizando el Método de Ordinal Corregido de Criterios Ponderados se inicia con la evaluación de cada criterio de acuerdo a su importancia, considerando que:

M. NIOSH > M. INSHT > ISO 11228 = TABLA DE SNOOK Y CIRELLO

Tabla 43: Clasificación de Métodos para la Evaluación de Posturas Forzadas.

CRITERIOS	Posturas de trabajo (Extremidades superiores e Inferiores)	Frecuencia de Movimientos	Posturas de trabajo (Tronco y cuello)	Duración de la Postura	Estrés Físico	Periodos de Recuperación	$\Sigma + 1$	Ponderación
Posturas de trabajo (Extremidades superiores e		0,5	0,5	1	0,5	0,5	4	0,1739
Frecuencia de Movimientos	1		0,5	0,5	0,5	0,5	4	0,1739
Posturas de trabajo (Tronco y cuello)	0,5	1		0,5	0,5	0	3,5	0,1522
Duración de la Postura	0,5	0	1		0,5	1	4	0,1739
Estrés Físico	0,5	0	0,5	0,5		0	2,5	0,1087
Periodos de Recuperación	1	0,5	0,5	1	1		5	0,2174
						suma	23	1

Fuente: Autor

Evaluación de los Diferentes Métodos para las distintas soluciones para cada criterio.

Posturas de Trabajo: Extremidades Superiores e Inferiores.

M. RULA= M. REBA> ISO 11226:2000=UNE EN-1005-4> M. OWAS

Tabla 44: Evaluación del criterio “Hombro, codo, muñeca y piernas”.

Posturas de trabajo (Extremidades superiores e Inferiores)	M. REBA	M. OWAS	M. RULA	UNE EN-1005-4	ISO 11226: 2000	$\Sigma + 1$	Ponderación
M. REBA		0,5	0,5	0,5	0,5	3	0,221
M. OWAS	0		0	0	0,5	1,5	0,11
M. RULA	0,5	1		0,5	0,5	3,5	0,257
UNE EN- 1005-4	0,5	0,5	0		0,5	2,5	0,184
ISO 11226: 2000	1	0,5	0,5	0,1		3,1	0,228
					Suma	14	1

Fuente: Autor

Frecuencia de Movimientos

M. RULA= M. REBA> ISO 11226:2000=UNE EN-1005-4> M. OWAS

Tabla 45: Evaluación del criterio “Frecuencia de Movimientos”.

Frecuencia de Movimientos	M. REBA	M. OWAS	M. RULA	UNE EN- 1005-4	ISO 11226: 2000	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. REBA		1	0,5	0,5	0,5	3,5	0,233
M. OWAS	0		0,5	0	0	1,5	0,1
M. RULA	0,5	1		0,5	1	4	0,267
UNE EN- 1005-4	0,5	1	0		0,5	3	0,2
ISO 11226: 2000	0,5	0,5	0,5	0,5		3	0,2
					Suma	15	1

Fuente: Autor

Posturas de trabajo (Tronco y cuello)

M. RULA= M. REBA> ISO 11226:2000=UNE EN-1005-4> M. OWAS

Tabla 46: Evaluación del criterio “Posturas de trabajo (Tronco y cuello)”.

Posturas de trabajo (Tronco y cuello)	M. REBA	M. OWAS	M. RULA	UNE EN- 1005-4	ISO 11226: 2000	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. REBA		0,5	0,5	0,5	0,5	3	0,2
M. OWAS	0		0,5	0	0	1,5	0,1
M. RULA	0,5	1		1	0,5	4	0,267
UNE EN- 1005-4	0	0,5	0,5		0,5	2,5	0,167
ISO 11226: 2000	1	1	0,5	0,5		4	0,267
					Suma	15	1

Fuente: Autor

Duración de la Postura

M. REBA= M. RULA> ISO 11226:2000 > UNE EN-1005-4> M. OWAS

Tabla 47: Evaluación del criterio “Duración de la Postura”.

Duración de la Postura	M. REBA	M. OWAS	M. RULA	UNE EN- 1005-4	ISO 11226: 2000	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. REBA		1	0,5	0,5	0,5	3,5	0,212
M. OWAS	0		0	0	0,5	1,5	0,091
M. RULA	1	1		0,5	0,5	4	0,242
UNE EN- 1005-4	0,5	1	0,5		0,5	3,5	0,212
ISO 11226: 2000	0,5	1	0,5	1		4	0,242
					Suma	17	1

Fuente: Autor

Estrés físico

ISO 11226:2000 > UNE EN-1005-4= M. REBA= M. RULA> M. OWAS

Tabla 48: Evaluación del criterio “Estrés físico”.

Estrés Físico	M. REBA	M. OWAS	M. RULA	UNE EN- 1005-4	ISO 11226: 2000	$\Sigma + 1$	Ponderación	
M. REBA		1	0,5	0,5	0,5	3,5	0,25	
M. OWAS	0		0	0	0	1	0,071	
M. RULA	1	1		0,5	0,5	4	0,286	
UNE EN- 1005-4	0,5	0,5	0,5		0,5	3	0,214	
ISO 11226: 2000	0,5	0,5	0	0,5		2,5	0,179	
						Suma	14	1

Fuente: Autor

Periodos de Recuperación

M. REBA= M. RULA=ISO 11226:2000 > UNE EN-1005-4> M. OWAS

Tabla 49: Evaluación del criterio “Periodos de Recuperación”.

Periodos de Recuperación	M. REBA	M. OWAS	M. RULA	UNE EN- 1005-4	ISO 11226: 2000	$\Sigma + 1$	Ponderación	
M. REBA		1	0,5	1	0,5	4	0,267	
M. OWAS	0		0	0,5	0,5	2	0,133	
M. RULA	1	1		0,5	0,5	4	0,267	
UNE EN- 1005-4	0	0,5	0,5		0,5	2,5	0,167	
ISO 11226: 2000	0,5	0,5	0,5	0		2,5	0,167	
						Suma	15	1

Fuente: Autor

Sumatoria de la valoración de parámetros

Tabla 50: Valoración de Criterios.

CONCLUSION	Posturas de trabajo (Extremidades superiores e Inferiores)	Frecuencia de Movimientos	Posturas de trabajo (Tronco y cuello)	Duración de la Postura	Estrés Físico	Periodos de Recuperacion	Σ	Prioridad
M. REBA	0,0384	0,0406	0,0304	0,0369	0,0272	0,0580	0,2314	2
M. OWAS	0,0192	0,0174	0,0152	0,0158	0,0078	0,0290	0,1044	5
M. RULA	0,0448	0,0464	0,0406	0,0422	0,0311	0,0580	0,2629	1
UNE EN- 1005-4	0,0320	0,0348	0,0254	0,0369	0,0233	0,0362	0,1885	4
ISO 11226: 2000	0,0396	0,0348	0,0406	0,0422	0,0194	0,0362	0,2128	3

Fuente: Autor

Del análisis se advierte que el Método RULA (RapidUpperLimbAssessment) es el mejor situado y por lo tanto el que se ajusta mejor a las necesidades del presente estudio; seguido muy de cerca del Método REBA (Rapid EntireBodyAssessment), Evaluación Rápida de Todo el Cuerpo.

MÉTODO SELECCIONADO: RULA

3.1.12 SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA EL CONFORT TÉRMICO

FACTORES DE RIESGO

Los criterios de valoración considerados son:

1. Sensación Térmica.- La sensación térmica es la temperatura que realmente siente nuestra piel cuando es enfriada por el viento. El clima de nuestra piel.
2. Aislamiento Térmico de la Ropa.- Es el aislamiento que la ropa habitual o de trabajo a la cual es necesario tener el grado de aislamiento.
3. Estrés Térmico por calor.-El estrés térmico por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan.

4. Parámetros Ambientales.- Un indicador ambiental es un parámetro proporciona información para describir el estado de un ambiente o área.
5. Estrés térmico por exposición al frío.-La exposición al frío produce una pérdida de calor a nivel cutáneo y de las vías respiratorias y la temperatura del cuerpo desciende y es cuando hay riesgo de estrés térmico por frío

3.1.13 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

- Método de Fanger (Estimación de la sensación térmica)
- Método del índice de temperatura de globo y de bulbo húmedo(WBGT)
- Método del índice del aislamiento del vestido requerido (IREQ)
- Método del índice de viento frío (WCI)
- Método del índice de sudoración requerida (SW_{req})

3.1.14 SELECCIÓN DEL MÉTODO.

Utilizando el Método de Ordinal Corregido de Criterios Ponderados se inicia con la evaluación de cada criterio de acuerdo a su importancia, considerando que:

$$M. \text{ FANGER} > M. \text{ WBGT} = M. \text{ SW}_{\text{req}} = M. \text{ IREQ} = M. \text{ WCI}$$

Tabla 51: Clasificación de Métodos para la Evaluación de Confort Térmico.

CRITERIOS	Sensación Térmica	Aislamiento Térmico de la Ropa	Estrés Térmico por calor	Parámetros Ambientales	Estrés térmico por exposición al frío	$\Sigma + 1$	Ponderacion
Sensación Térmica		0,5	0,5	0	0,5	2,5	0,1563
Aislamiento Térmico de la Ropa	0,5		1	0,5	1	4	0,2500
Estrés Térmico por calor	0,5	0		0	0,5	2	0,1250
Parámetros Ambientales	1	1	1		1	5	0,3125
Estrés térmico por exposición al frío	0,5	0	0,5	0,5		2,5	0,1563
					suma	16	1

Fuente: Autor

Evaluación de los Diferentes Métodos para las distintas soluciones para cada criterio.

Sensación Térmica

$$M. FANGER > M. WBGT > M. SW_{req} > M. IREQ = M. WCI$$

Tabla 52: Evaluación del criterio “Sensación Térmica”.

Sensación Térmica	M. FANGER	M. WBGT	M. IREQ	M. WCI	M. Swreq	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. FANGER		1	1	1	1	5	0,3125
M. WBGT	0,5		0,5	1	0,5	3,5	0,21875
M. IREQ	0	0,5		1	0,5	3	0,1875
M. WCI	0,5	0,5	0		0,5	2,5	0,15625
M. Swreq	0	0,5	0	0,5		2	0,125
					Suma	16	1

Fuente: Autor

Aislamiento Térmico de la Ropa

$$M. FANGER = M. WBGT = M. IREQ > M. SW_{req} = M. WCI$$

Tabla 53: Evaluación del criterio “Aislamiento Térmico de la Ropa”.

Aislamiento Térmico de la Ropa	M. FANGER	M. WBGT	M. IREQ	M. WCI	M. Swreq	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. FANGER		0,5	0,5	1	1	4	0,275862
M. WBGT	0,5		0,5	1	1	4	0,275862
M. IREQ	0,5	0,5		1	1	4	0,275862
M. WCI	0	0	0		0	1	0,068966
M. Swreq	0	0	0	0,5		1,5	0,103448
					Suma	14,5	1

Fuente: Autor

Estrés Térmico por calor

$$M. WBGT = M. SW_{req} > M. IREQ = M. WCI > M. FANGER$$

Tabla 54: Evaluación del criterio “Estrés Térmico por calor”.

Estrés Térmico por calor	M. FANGER	M. WBGT	M. IREQ	M. WCI	M. Swreq	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. FANGER		0,5	0,5	0,5	0,5	3	0,2
M. WBGT	1		1	1	0,5	4,5	0,3
M. IREQ	0	0		0	0	1	0,066667
M. WCI	0,5	0,5	0		0,5	2,5	0,166667
M. Swreq	1	0,5	0,5	1		4	0,266667
					Suma	15	1

Fuente: Autor

Parámetros Ambientales

$$M. FANGER > M. WBGT = M. IREQ > M. SW_{req} = M. WCI$$

Tabla 55: Evaluación del criterio “Parámetros Ambientales”.

Parámetros Ambientales	M. FANGER	M. WBGT	M. IREQ	M. WCI	M. Swreq	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. FANGER		0,5	0,5	0,5	1	3,5	0,225806
M. WBGT	0,5		0,5	0,5	0,5	3	0,193548
M. IREQ	0,5	1		0,5	0,5	3,5	0,225806
M. WCI	0,5	0,5	0		0,5	2,5	0,16129
M. Swreq	0,5	0,5	0,5	0,5		3	0,193548
					Suma	15,5	1

Fuente: Autor

Estrés térmico por exposición al frío

$$M. IREQ = M. WCI > M. FANGER > M. WBGT = M. SW_{req}$$

Tabla 56: Evaluación del criterio “Estrés térmico por exposición al frío”.

Estrés térmico por exposición al frío	M. FANGER	M. WBGT	M. IREQ	M. WCI	M. Swreq	$\Sigma + 1$	Ponderacion
M. FANGER		0,5	0,5	0,5	0,5	3	0,2
M. WBGT	0		0	0	0,5	1,5	0,1
M. IREQ	1	1		0,5	1	4,5	0,3
M. WCI	1	0,5	0		0,5	3	0,2
M. Swreq	0	0,5	1	0,5		3	0,2
					Suma	15	1

Fuente: Autor

Sumatoria de la valoración de parámetros

Tabla 57: Valoración de Criterios.

CONCLUSION	Sensación Térmica	Aislamiento Térmico de la Ropa	Estrés Térmico por calor	Parámetros Ambientales	Estrés térmico por exposición al frío	Σ	Prioridad
M. FANGER	0,0488	0,0690	0,0250	0,0706	0,0313	0,2446	1
M. WBGT	0,0342	0,0690	0,0375	0,0605	0,0156	0,2168	3
M. IREQ	0,0293	0,0690	0,0083	0,0706	0,0469	0,2241	2
M. WCI	0,0244	0,0172	0,0208	0,0504	0,0313	0,1442	5
M. Swreq	0,0195	0,0259	0,0333	0,0605	0,0313	0,1705	4

Fuente: Autor

Del análisis se advierte que el Método FANGER (Estimación Confort Térmico) es el mejor situado y por lo tanto el que se ajusta mejor a las necesidades del presente estudio; seguido muy de cerca del Método IREQ (índice del aislamiento del vestido requerido).

MÉTODO SELECCIONADO: FANGER

3.2 EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONÓMICO MOVIMIENTOS REPETITIVOS: MÉTODO CheckList OCRA

En el presente trabajo se describe la aplicación del método CheckList OCRA para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo en una empresa dedicada al floreteo de brócoli. Tras la evaluación, y en base a los resultados obtenidos, se plantea el resumen realizado de cada una de las evaluaciones correspondientes.

La matriz PGV identificó al puesto de trabajo de Floreteo de Brócoli como el más crítico con factores de riesgo ergonómico y físico mismos que se evalúan a continuación:

3.2.1.1 CALCULÓ LA DURACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO Y LA DURACIÓN NETA DE LA TAREA.

TIEMPO CICLO DE LA TAREA

Tabla 58: El número de Acciones Técnicas Realizadas.

ACCIONES TÉCNICAS				
Nº	Acción Técnica	Nº de Repeticiones	Segundos/ Acción	Duración (seg)
1	Recoger la Gaveta	1	2	2
2	Alcanzar el brócoli	1	2	2
3	Cortar el tallo base del brócoli	1	1	1
4	Floretear (cortar el brócoli)	10	5	50
5	Recoger los pedazos de brócoli	1	3	3
6	Encajado de los brócolis en la gaveta	1	2	2
7	Limpieza de la mesa de trabajo	1	2	2
	TOTAL	16		62 seg

Elaborado por: Autor

Para el cálculo del número de ciclos se toma una jornada laboral de 8 horas (480 minutos), con 2 pausas de 5 minutos, una por la mañana y otra por la tarde. Además, existe una pausa para el almuerzo de 30 minutos trascurridas 4 horas de trabajo repetitivo.

DURACIÓN TOTAL DE TAREAS

TIEMPO TOTAL DEL CICLO

$$T_{TC} = 62 \text{ seg} = 1,2 \text{ min}$$

NÚMERO DE CICLOS

$$N_c = \frac{T_{JT}}{T_{TC}} \quad \text{Ec. 3.1}$$

T_{JT} = tiempo jornada de trabajo

$$N_c = \frac{T_{JT}}{T_{TC}}$$

$$N_c = \frac{8 \text{ h} * 60 \text{ min}}{1,2}$$

$$N_c = 400 \text{ ciclos}$$

DURACIÓN TOTAL DEL MOVIMIENTO

OFICIAL

$$T_{\text{ofi}} = \text{tiempo oficial}$$

$$T_{\text{ofi}} = (\text{actividades}) * N_c$$

$$T_{\text{ofi}} = (\text{Alcanzar el brocoli} + \text{Cortar el tallo base del brócoli} + \text{Floretear} + \text{Recoger los pedazos de brócoli}) * 400$$

$$T_{\text{ofi}} = 3 + 1,5 + 60 + 4 = 68,5 \text{ seg}$$

$$T_{\text{ofi}} = (54) * 400$$

$$T_{\text{ofi}} = 456,66 \sim 457 \text{ min}$$

Real u observado

$$T_{\text{Real}} = (\text{activiades}) * N_c$$

$$T_{\text{Real}} = (\text{Alcanzar el brocoli} + \text{Cortar el tallo base del brócoli} + \text{Floretear} + \text{Recoger los pedazos de brócoli}) * 400$$

$$T_{\text{Real}} = (54) * 400$$

$$T_{\text{Real}} = 360 \text{ min}$$

Tabla 59: Evaluación de la duración neta de la tarea repetitiva y la duración neta del ciclo de trabajo.

DESCRIPCIÓN	MINUTOS
DURACION TOTAL DEL MOVIMIENTO	360 min
PAUSAS OFICIALES	10
OTRAS PAUSAS	0
ALMUERZO	25
TAREAS NO REPETITIVAS	3
DURACION NETAS DE LAS TAREAS REPETITIVAS	$360-10-25-5=322 \text{ min}$
Nº DE UNIDADES (CAJAS O CICLOS)	$(322*60)/62= 311,61 \text{ ciclos}$
DURACION NETA DEL CICLO(SEG)	$(322*60)/311,61= 62\text{seg}$
DURACION DEL CICLO OBSERVADO (SEG)	62 seg

Fuente: Autor

Duración tareas no repetitivas

OFICIAL

$T_{\text{TNR}} = (\text{recoger la gaveta} + \text{limpieza de mesa} + \text{abastecimiento} + \text{acomodar gaveta})$

$$T_{\text{TNR}} = (60 + 60 + 120 + 60)\text{seg}$$

$$T_{\text{TNR-of}} = (60 + 60 + 120 + 60)\text{seg} * \frac{1\text{min}}{60\text{seg}}$$

$$T_{\text{TNR}} = 5\text{ min}$$

EFFECTIVO

$$T_{\text{TNR-real}} = (30 + 60 + 80 + 30)\text{seg}$$

$$T_{\text{TNR}} = 3,33\text{ min}$$

Duración neta del trabajo repetitivo

$$D_{\text{NTR}} = \text{DTM} - \text{P} - \text{AL} - \text{TNR} \quad \text{Ec. 3.2}$$

$$D_{\text{NTR}} = (360 - 10 - 25 - 3)$$

$$D_{\text{NTR}} = 322\text{ min}$$

Duración neta del ciclo de trabajo

$$\text{DNC}(\text{seg}) = \frac{60 * D_{\text{NTR}}}{\text{NC}} \quad \text{Ec. 3.3}$$

$$\text{DNC}(\text{seg}) = \frac{60 * 322\text{ min}}{311,61}$$

$$\text{DNC}(\text{seg}) = 62\text{ seg}$$

Tabla 60: Calculó la duración del tiempo de ciclo y la duración neta de la tarea.

DESCRIPCION	TIEMPO (min)	
	Duración total del movimiento	Oficial
Real		360
Pausas oficiales	Contractual	10
Otras pausas (a más de la oficial)		0
Almuerzo	Oficial	30
	Real	25
Tareas NO repetitivas	Oficial	5
	Real	3
Duración NETA de la/s tarea/s REPETITIVAS		322
Número de unidades (ciclos)	Previstos	400
	Reales	311,61
Duración planificada por ciclo (seg.)	62	
Duración del ciclo observado (seg.)	62	
Duración NETA del tiempo de ciclo	62 seg.	1,03 min.

Fuente: Autor

Tabla 61: Obtención del índice CheckList OCRA de un puesto de trabajo. Extremidad Derecha.

				
ESTUDIO	01			
NOMBRE DE LA EMPRESA	PRO-FLORET			
PUESTO DE TRABAJO	FLORETEO			
ACTIVIDAD	Cortar la flor de Brócoli			
REALIZADO POR	DARWIN POTOSI	FECHA:09/05/2017		
Evaluación del riesgo intrínseco de un único puesto				
EXTREMIDAD DERECHA				
Factor	Valor		Símbolo	Puntos
Factor de Recuperación	Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos en cada hora (incluyendo pausa para comer); o bien, el tiempo de recuperación está dentro del ciclo.		FR	0
Factor de Frecuencia	Acciones Técnicas <i>Dinámicas</i>	Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minutos). Se permiten pequeñas pausas.	FF	1
	Acciones Técnicas <i>Estáticas</i>	Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo del ciclo (o de observación).		4,5

Factor Fuerza	Intensidad del esfuerzo	La actividad laboral implica el uso de fuerza de grado moderado(puntaje 3-4 en la escala de Borg) para:	FZ	4
	Tiempo	Casi todo el tiempo		8
	Acciones	Utiliza herramientas		
Factor Postura	Posturas y movimientos		FP	
	Hombro	Los Brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo		12
	Codo	El codo debe realizar amplios movimientos de flexión - extensión o pronación - supinación, movimientos repentinos por todo el tiempo.		8
	Muñeca	La muñeca debe doblarse en una posición extrema o adoptar posturas molestas por más de la mitad del tiempo.		4
	Agarre (Mano)	Casi todo el tiempo		8
	Estereotipados	Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos al menos 2/3 del tiempo (o si el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos y todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores incluso distintas entre ellas)		3
Factor Adicional	Físico mecánico	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre estructuras musculosas o tendones (verificar presencia de callosidades, heridas, etc. Sobre la piel).	FA	2
	Socio organizativos	El ritmo de trabajo no está determinado por máquinas		0
Factor	Tiempo neto de trabajo	301 a 360 min.	MD	0,925

Multiplicador	repetitivo de la tarea			
RESULTADOS	FACTOR		Símbolo	Puntaje
	Factor de Recuperación		FR	0
	Factor de Frecuencia		FF	4,5
	Factor Fuerza		FZ	8
	Factor Postura		FP	11
	Factor Adicional		FA	2
	Factor Multiplicador		MD	0,925
Índice CHECK LIST OCRA	$ICKOCRA = (0 + 4,5 + 8 + 11 + 2) * 0,925$		<i>ICKOCRA</i>	23,58
NIVEL DEL RIESGO	ALTO			
ACCION	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento			

Fuente: Autor

De los resultados de la valoración de Movimiento Repetitivo aplicando el método checklist OCRA en el personal femenino, con el lado postural de la extremidad derecha se observa que el índice CheckList OCRA es de 23,58 que corresponde a un nivel de riesgo ALTO.

Tabla 62: Obtención del índice CheckList OCRA de un puesto de trabajo. Extremidad Izquierda.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA			
ESTUDIO	02				
NOMBRE DE LA EMPRESA	PRO-FLORET				
PUESTO DE TRABAJO	FLORETEO				
ACTIVIDAD	Cortar la flor de Brócoli				
REALIZADO POR	DARWIN POTOSI		FECHA:09/05/2017		
Evaluación del riesgo intrínseco de un único puesto					
EXTREMIDAD IZQUIERDA					
Factor	Valor			Símbolo	Puntos
Factor de Recuperación	Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos en cada hora (incluyendo pausa para comer); o bien, el tiempo de recuperación está dentro del ciclo.			FR	0
Factor de Frecuencia	Acciones Técnicas Dinámicas	Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minutos). Se permiten pequeñas pausas.		FF	1
	Acciones	Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos,			2,5

	Técnicas Estáticas	realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo del ciclo (o de observación).		
Factor Fuerza	Intensidad del esfuerzo	La actividad laboral implica el uso de fuerza de grado moderado (puntaje 3-4 en la escala de Borg) para:	FZ	3
	Tiempo	Más del 10% del tiempo		24
	Acciones	Presionar o manipular componentes		
Factor Postura	Posturas y movimientos		FP	
	Hombro	Los Brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo		12
	Codo	El codo debe realizar amplios movimientos de flexión - extensión o pronación - supinación, movimientos repentinos por todo el tiempo.		8
	Muñeca	La muñeca debe doblarse en una posición extrema o adoptar posturas molestas por más de la mitad del tiempo.		4
	Agarre (Mano)	Por lo menos 1/3 del tiempo		2
	Estereotipados	Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos casi todo el tiempo (o si el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos y todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores incluso distintas entre ellas)		1,5
Factor Adicional	Físico mecánico	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre estructuras musculosas o tendones (verificar presencia de callosidades, heridas, etc. Sobre la piel).	FA	2

	Socio organizativos	El ritmo de trabajo no está determinado por máquinas		0
Factor Multiplicador	Tiempo neto de trabajo repetitivo de la tarea	301 a 360 min.	MD	0,925
RESULTADOS	FACTOR		Símbolo	PUNTAJE
	Factor de Recuperación		FR	0
	Factor de Frecuencia		FF	3
	Factor Fuerza		FZ	0
	Factor Postura		FP	11
	Factor Adicional		FA	2
	Factor Multiplicador		MD	0,925
Índice CHECK LIST OCRA	$ICKOCRA = (0 + 3 + 0 + 11 + 2) * 0,925$		<i>ICKOCRA</i>	14,8
NIVEL DEL RIESGO	MEDIO			
ACCION	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento			

Fuente: Autor

De los resultados de la valoración de Movimiento Repetitivo aplicando el método checklist OCRA en el personal femenino del área de floreteo, con el lado postural de la extremidad izquierda se observa que el ÍndiceCheckList OCRA es de 14,8 que corresponde a un nivel de riesgo MEDIO.

Tabla 63: Resumen de evaluación aplicando el método checklist OCRA en el área de floreteo.

# de trabajadores	Factor de Recuperación	Factor de Frecuencia		Factor de Fuerza		Factor Postura		Factor Adicional		Factor Multiplicador	Índice CHECK LIST OCRA		NIVEL DEL RIESGO	
		Deracha	Izquierda	Deracha	Izquierda	Deracha	Izquierda	Deracha	Izquierda		Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	0	4,5	3	8	0	11	11	2	2	0,925	23,58	14,8	Alto	Medio
2	0	4,5	1	8	4	11	8	2	2	0,925	23,59	13,88	Alto	Leve
3	0	4,5	1	8	8	11	8	2	2	0,925	23,59	17,58	Alto	Medio
4	3	4,5	3	8	8	11	4	2	2	0,925	26,36	18,5	Alto	Medio
5	2	4,5	2,5	6	6	11	11	2	2	0,925	23,59	21,74	Alto	Medio
6	6	4,5	2,5	8	8	11	11	2	2	0,925	29,14	27,9	Alto	Alto
7	6	2,5	2,5	8	6	11	9,5	2	2	0,925	27,29	24,05	Alto	Alto
8	0	4,5	2,5	8	6	11	3,5	2	2	0,925	23,59	12,95	Alto	Leve
9	2	4,5	2,5	8	6	9,5	3,5	2	2	0,925	24,05	14,8	Alto	Medio
10	3	2,5	4,5	6	8	9,5	9,5	2	0	0,925	21,28	23,13	Medio	Alto
11	0	4,5	2,5	8	6	11	9,5	2	2	0,925	23,59	18,5	Alto	Medio
12	0	4,5	4,5	8	6	11	11	2	2	0,925	23,59	21,74	Alto	Medio
13	0	3	2,5	8	8	9,5	9,5	2	2	0,925	20,81	20,35	Medio	Medio
14	2	4,5	2,5	8	2	11	9,5	2	2	0,925	25,44	16,65	Alto	Medio
15	6	4,5	2,5	8	4	5,5	9,5	2	2	0,925	24,05	22,2	Alto	Medio
16	6	4,5	2,5	8	2	7	5,5	2	2	0,925	25,44	16,65	Alto	Medio
17	6	4,5	4,5	8	4	11	3,5	2	2	0,925	29,14	18,5	Alto	Medio
18	6	4,5	2,5	8	6	11	5,5	2	2	0,925	29,14	20,35	Alto	Medio
19	4	4,5	3	8	6	11	5,5	2	2	0,925	27,29	18,96	Alto	Medio
20	4	4,5	2,5	8	8	11	9,5	2	2	0,925	27,29	24,05	Alto	Alto
21	6	4,5	2,5	6	6	11	9,5	2	2	0,925	27,29	24,05	Alto	Alto
22	4	4,5	4,5	8	4	11	5,5	2	2	0,925	27,29	18,5	Alto	Medio
23	4	6	6	8	2	7	5,5	2	2	0,925	24,98	18,04	Alto	Medio
24	4	3	4,5	6	2	11	5,5	2	2	0,925	24,05	16,65	Alto	Medio
25	4	3	3	6	4	9,5	5,5	2	2	0,925	22,66	17,11	Alto	Medio
26	4	3	3	8	6	11	5,5	2	2	0,925	25,9	18,96	Alto	Medio
27	4	4,5	3	8	6	11	9,5	2	2	0,925	27,29	22,66	Alto	Alto
28	2	4,5	2,5	8	8	11	9,5	2	2	0,925	25,44	20,35	Alto	Medio
29	2	4,5	4,5	8	6	11	9,5	2	2	0,925	25,44	22,2	Alto	Medio
30	2	3	3	8	4	9,5	9,5	2	2	0,925	22,66	18,96	Alto	Medio
31	6	4,5	3	8	6	9,5	9,5	2	2	0,925	27,75	24,51	Alto	Alto
32	6	2,5	2,5	6	4	9,5	9,5	2	2	0,925	24,05	22,2	Alto	Medio
33	6	2,5	2,5	4	4	5,5	5,5	2	2	0,925	18,5	18,5	Medio	Medio
34	6	4,5	2,5	8	4	7	5,5	2	2	0,925	25,44	18,5	Alto	Medio
35	3	4,5	2,5	8	4	7	5,5	2	2	0,925	22,66	15,73	Alto	Medio
36	4	3	3	8	6	11	5,5	2	2	0,925	25,9	18,96	Alto	Medio
37	6	4,5	3	8	6	11	9,5	2	2	0,925	29,14	24,51	Alto	Alto
38	6	4,4	2,5	8	6	9,5	9,5	2	2	0,925	27,75	24,05	Alto	Alto
39	3	4,5	2,5	8	6	9,5	9,5	2	2	0,925	24,98	21,28	Alto	Medio
40	3	4,5	4,5	8	6	11	9,5	2	2	0,925	26,36	23,13	Alto	Alto
41	6	3	2,5	8	6	9,5	9,5	2	2	0,925	23,59	21,28	Alto	Alto

Fuente: Autor

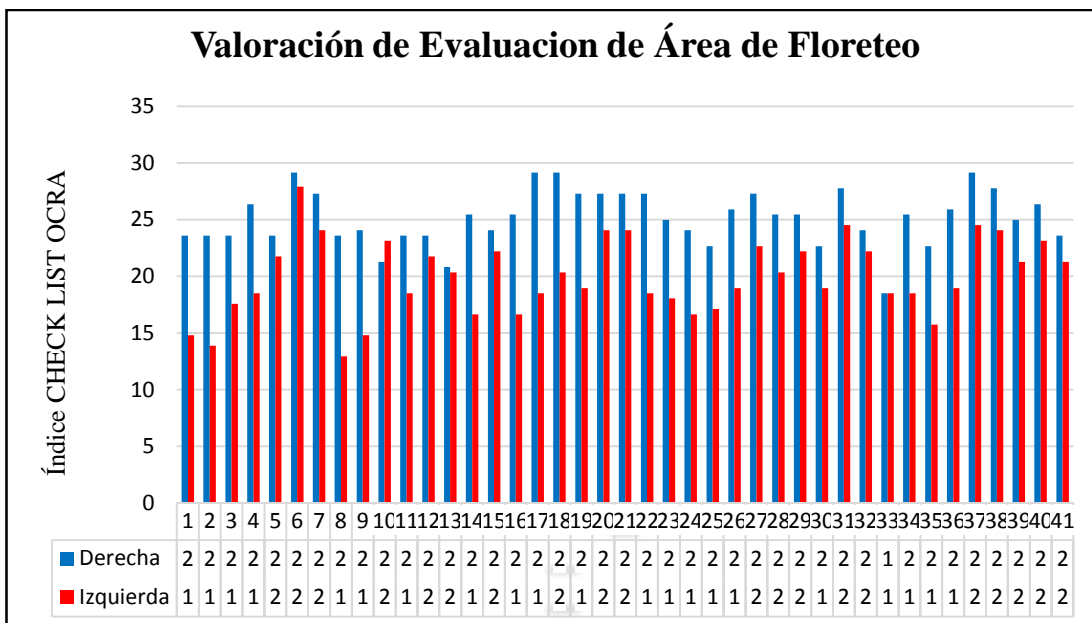


Figura 12: Valoración de Nivel de Riesgo Extremidad Derecha y la Extremidad Izquierda.

Fuente: Autor

Tabla 64: Resumen de la evaluación con el Método CheckList OCRA.

# de trabajadores	Nivel	Nivel del Riesgo Metodo CHECK LIST OCRA	
		Derecha	Izquierda
41	Alto	92,68%	26,82%
	Medio	7,32%	68,29%
	Leve		4,87%

Fuente: Autor

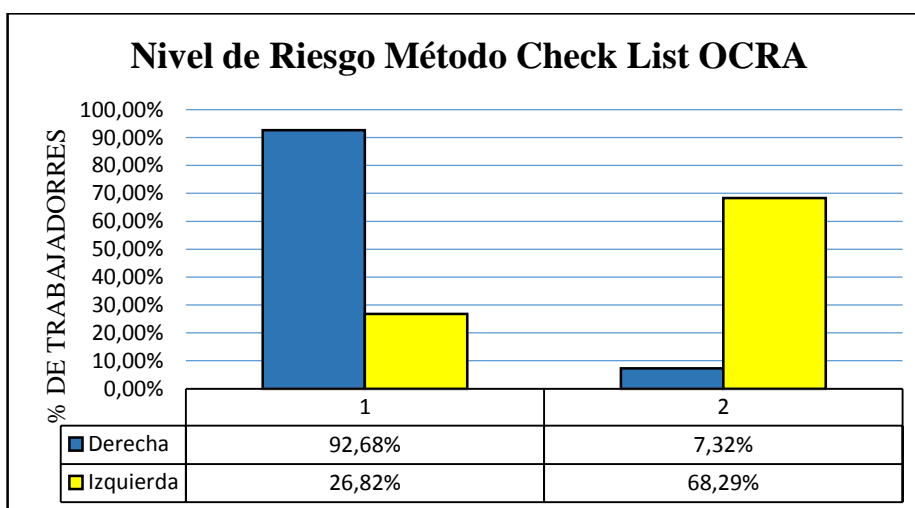


Figura 13: Porcentaje de Nivel de riesgo Método CheckList OCRA.




Elaborado por: Autor

Realizando la evaluación del nivel de riesgo para movimientos repetitivos y aplicando el método CheckList OCRA en el área de floreteo de brócoli en la cual se encuentran 41 trabajadoras, encontramos un nivel de riesgo alto para el miembro superior derecho que fue de 92,68% y para el miembro superior izquierdo fue de 26,82% que es un nivel bajo, tomando en cuenta estos valores llegamos a la conclusión que el factor de riesgo por movimientos repetitivos es alto para la extremidad derecha que es la mano diestra de casi todas las trabajadoras y hay que proponer medidas de control en el puesto de trabajo floreteo de brócoli.

3.2.2 EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONÓMICO POSTURAS FORZADAS: MÉTODO RULA.


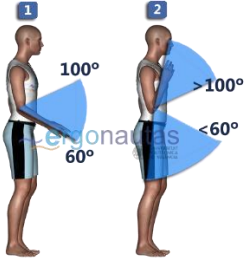

GRUPO A: PUNTUACIONES DE LOS MIEMBROS SUPERIORES - LADO IZQUIERDO

Tabla 65: Puntuación del Brazo.

PUNTUACIÓN DEL BRAZO			
Fotografía de Posiciones Reales	Puntos	Ángulo	Posición
	1	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°	
MODIFICACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DEL BRAZO			
	+1	Se levanta los hombros	
	+1	Si el brazo esta abducido o rotado.	
	-1	Si el brazo está apoyado.	


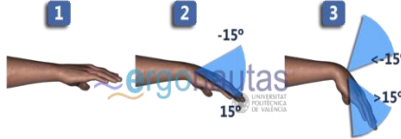


Fuente: Autor

Tabla 66: Puntuación del Antebrazo.

PUNTUACION DEL ANTEBRAZO			
Fotografía de Posiciones Reales	Puntuación	Ángulo	Posición
	1	Flexión entre 60° y 100°	
	2	Flexión < 60° ó > 100°	
	MODIFICACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DEL ANTEBRAZO		
	+1	Proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá de la proyección vertical del codo	
	+1	Antebrazo cruza la línea central del cuerpo.	

Fuente: Autor

Tabla 67: Puntuación de la Muñeca.


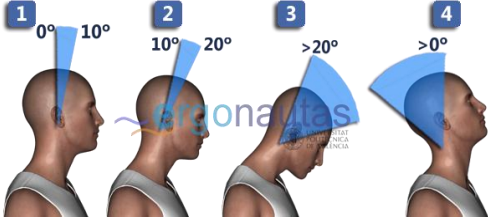
PUNTUACION DE LA MUÑECA				
Fotografía de Posiciones Reales	Puntos	Angulo	Posición	
	1	Posición neutra respecto a flexión		
	2	Flexionada o extendida entre 0° y 15°		
	3	Flexión o extensión mayor de 15°		
	MODIFICACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DE LA MUÑECA			
	+1	Si esta desviada radial o cubitalmente.		
	GIRO DE LA MUÑECA			
+1	Existe pronación o supinación en rango medio			
+2	Existe pronación o supinación en rango extremo			

Fuente: Autor

GRUPO B: PUNTUACIONES PARA LAS PIERNAS, EL TRONCO Y EL CUELLO





Tabla 68: Puntuación del Cuello.

PUNTUACION DEL CUELLO

Fotografía de Posiciones Reales	Puntos	Angulo	Posición
	1	Flexión entre 0° y 10°	
	2	Flexionado entre 10° y 20°	
	3	Flexión mayor a 20°	
	4	Si está extendido	
	MODIFICACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DEL CUELLO		
+1	El cuello esta rotado.		
+1	Si hay inclinación lateral.		

Fuente: Autor



Tabla 69: Puntuación del Tronco.

PUNTUACIÓN DEL TRONCO			
Fotografía de Posiciones Reales	Puntos	Ángulo	Posición
	1	Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-cadera > 90°	
	2	Flexionado entre 0° y 20°	
	3	Flexionado entre 20° y 60°	
	4	Flexionado más de 60°	
	MODIFICACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DEL TRONCO		
	+1	Si hay torsión del tronco	
	+1	Si hay inclinación lateral del tronco	

Fuente: Autor



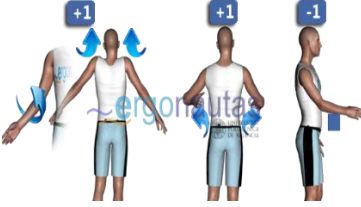
Tabla 70: Puntuación de las Piernas.

PUNTUACION DE LAS PIERNAS

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


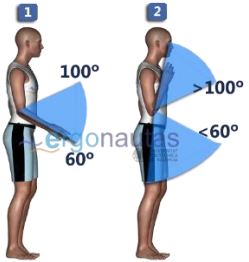


Fuente: Autor

Tabla 71: Puntuación del Brazo.

PUNTUACIÓN DEL BRAZO			
Fotografía de Posiciones Reales	Puntos	Ángulo	Posición
	1	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°	
MODIFICACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DEL BRAZO			
	+1	Se levanta los hombros	
	+1	Si el brazo esta abducido o rotado.	
	-1	Si el brazo está apoyado.	

Fuente: Autor


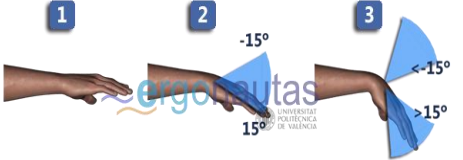


Tabla 72: Puntuación del Antebrazo.

PUNTUACIÓN DEL ANTEBRAZO				
Fotografía de Posiciones Reales	Puntos	Ángulo	Posición	
	1	Flexión entre 60° y 100°		
	2	Flexión < 60° ó > 100°		
	MODIFICACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DEL ANTEBRAZO			
	+1	Proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá de la proyección vertical del codo		
+1	Antebrazo cruza la línea central del cuerpo.			

Fuente: Autor

Tabla 73: Puntuación de la Muñeca.


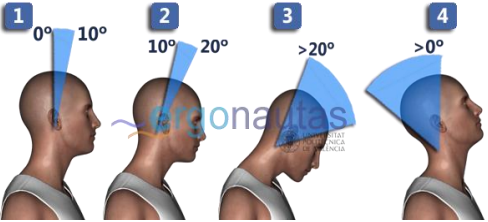

PUNTUACIÓN DE LA MUÑECA

Fotografía de Posiciones Reales	Puntos	Ángulo	Posición
	1	Posición neutra respecto a flexión	
	2	Flexionada o extendida entre 0° y 15°	
	3	Flexión o extensión mayor de 15°	
	MODIFICACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DE LA MUÑECA		
	+1	Si esta desviada radial o cubitalmente.	
GIRO DE LA MUÑECA			
	1	Existe pronación o supinación en rango medio	
	2	Existe pronación o supinación en rango extremo	
<p>Observación: 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.</p>			

Fuente: Autor


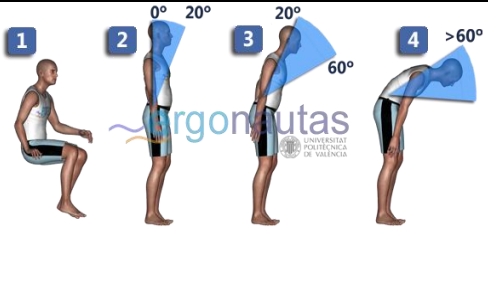


GRUPO B: PUNTUACIONES PARA LAS PIERNAS, EL TRONCO Y EL CUELLO

Tabla 74: Puntuación del Cuello.

PUNTUACIÓN DEL CUELLO			
Fotografía de Posiciones Reales	Puntos	Ángulo	Posición
	1	Flexión entre 0° y 10°	
	2	Flexionado entre 10° y 20°	
	3	Flexión mayor a 20°	
	4	Si está extendido	
	MODIFICACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DEL CUELLO		
	+1	El cuello esta rotado.	
	+1	Si hay inclinación lateral.	

Fuente: Autor



Tabla 75: Puntuación del Tronco.

PUNTUACIÓN DEL TRONCO			
Fotografía de Posiciones Reales	Puntos	Ángulo	Posición
	1	Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-cadera > 90°	
	2	Flexionado entre 0° y 20°	
	3	Flexionado entre 20° y 60°	
	4	Flexionado más de 60°	
	MODIFICACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DEL TRONCO		
	+1	Si hay torsión del tronco	
	+1	Si hay inclinación lateral del tronco	

Fuente: Autor

Tabla 76: Puntuación de las Piernas.

PUNTUACIÓN DE LAS PIERNAS

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

Fuente: Autor

Tabla 77: Resumen de la evaluación lado derecho.

GRUPO A			GRUPO B		
Brazos	Angulo formado	2	Cuello	Flexión	3
	Posición de los hombros	+1		Rotación o inclinación	0
Antebrazos	Posición	+1	Tronco	Posición	2
	Angulo	1		Torsión o inclinación	+1
Muñeca	Grado de flexión	3	Piernas	Peso	1
	Desviación radial o cubital	2		Apoyo	

Fuente: Autor

Valoración Grupo A: De esta tabla se sacará el valor A:

Tabla 78: Puntuación global para los miembros del GRUPO A.

		Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
BRAZO	ANTEBRAZO	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	5	5	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

Fuente: Puntuación global. [22]

Valoración Grupo A: 5

Valoración Grupo B: De esta tabla se sacará el valor B.

Tabla 79: Puntuación global para los miembros del GRUPO B.

	PUNTUACIÓN DE LA POSTURA DEL TRONCO											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
PUNTUACION DE LA POSTURA DEL 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

Fuente: Puntuación de la postura del tronco. [22]

Valoración del grupo B: 4

PUNTUACIÓN DEL TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR DESARROLLADA Y LA FUERZA APLICADA

Tabla 80: Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas.

PUNTOS	POSICIÓN
0	Si la carga o fuerza es menor de 2kg y se realiza intermitentemente.
1	Si la carga o fuerza está entre 2 y 10Kg y se levanta intermitentemente.
2	Si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg y es estática o repetitiva.
2	Si la carga o fuerza es intermitentemente y superior a 10 Kg.
3	Si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg y es estática o repetitiva.
4	Si se producen golpes o fuerzas bruscas o repetitivas.

Fuente: Puntuación de las fuerzas ejercidas. [22]

PUNTOS	TIPO DE ACTIVIDAD
1	Estática (se mantiene más de un minuto seguido)
1	Repetitiva (se repite 4 veces cada minuto)
0	Ocasional poco frecuente y corta duración.

Fuente: Puntuación para la actividad muscular. [22]

VALOR DE A: $5 + 1 + 0 = 6$ C

VALOR DE B: $4 + 1 + 0 = 5$ D

PUNTUACIÓN C Y PUNTUACIÓN D (PUNTUACION FINAL)

Tabla 81: Puntuación Final.

PUNTUACION C	PUNTUACION 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

Fuente: Puntuación Final. [22]

El método RULA clasifica la puntuación de las posturas en 4 niveles de acción según el valor D obtenido. A cada nivel se le ha asignado un color determinado en función de su riesgo.

Tabla 82: Niveles de Acción.

Nivel de acción	Descripción
Nivel 1	Nivel aceptable. No se requieren cambios a corto plazo. La puntuación final es 1 ó 2
Nivel 2	Pueden necesitarse cambios o análisis complementarios. La puntuación final es 3 ó 4
Nivel 3	Se precisan investigaciones o cambios a corto plazo. La puntuación final es 5 ó 6
Nivel 4	Se precisan investigaciones o cambios inmediatos. La puntuación final es 7

Fuente: Niveles de Acción. [22]

Tabla 83: Resumen de evaluación lado izquierdo.

GRUPO A			GRUPO B		
Brazos	Angulo formado	4	Cuello	Flexión	3
	Posición de los hombros	+1		Rotación o inclinación	0
Antebrazos	Posición	+1	Tronco	Posición	2
	Angulo	1		Torsión o inclinación	+1
Muñeca	Grado de flexión	3	Piernas	Peso	1
	Desviación radial o cubital	2		Apoyo	
	Giro de Muñeca	+1		Posición	

Fuente: Autor

Valoración Grupo A: De esta tabla se sacará el valor A:

Tabla 84: Puntuación global para los miembros del GRUPO A.

		Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
BRAZO	ANTEBRAZO	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	5	5	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

Fuente: Puntuación global. [22]

VALOR DE A: 7

Valoración Grupo B: De esta tabla se sacará el valor B.

Tabla 85: Puntuación global para los miembros del GRUPO B

	PUNTUACIÓN DE LA POSTURA DEL TRONCO											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
PUNTUACION DE LA POSTURA DEL 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

Fuente: Valoración Grupo B. [22]

VALOR DE B: 4

PUNTUACIÓN DEL TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR DESARROLLADA Y LA FUERZA APLICADA

Tabla 86: Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas.

PUNTOS	POSICIÓN
0	Si la carga o fuerza es menor de 2kg y se realiza intermitentemente.
1	Si la carga o fuerza está entre 2 y 10Kg y se levanta intermitentemente.
2	Si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg y es estática o repetitiva.
2	Si la carga o fuerza es intermitentemente 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 repetitivas.

Fuente: Fuerzas ejercidas. [22]

PUNTOS	TIPO DE ACTIVIDAD
1	Estática (se mantiene más de un minuto seguido)
1	Repetitiva (se repite 4 veces cada minuto)
0	Ocasional poco frecuente y corta duración.

VALOR DE A: 7 +1+0=8 C

VALOR DE B: 4+1+0=5 D

PUNTUACIÓN C Y PUNTUACIÓN D (PUNTUACION FINAL)

Tabla 87: Puntuación Final.

PUNTUACION C	PUNTUACION 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

Fuente: Puntuación Final. [22]




El método RULA clasifica la puntuación de las posturas en 4 niveles de acción según el valor D obtenido. A cada nivel se le ha asignado un color determinado en función de su riesgo:

Tabla 88: Niveles de Acción.

Nivel de acción	Descripción
Nivel 1	Nivel aceptable. No se requieren cambios a corto plazo. La puntuación final es 1 ó 2
Nivel 2	Pueden necesitarse cambios o análisis complementarios. La puntuación final es 3 ó 4
Nivel 3	Se precisan investigaciones o cambios a corto plazo. La puntuación final es 5 ó 6
Nivel 4	Se precisan investigaciones o cambios inmediatos. La puntuación final es 7

Fuente: Niveles de Acción. [22]

Tabla 89: Evaluación postural de la actividad, lado derecho del cuerpo.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA				
ESTUDIO	03			
NOMBRE DE LA EMPRESA	EMPRESA PRO-FLORET			
PUESTO DE TRABAJO	FLORETEO			
ACTIVIDAD	Corte de la Pella de Brócoli			
REALIZADO POR	DARWIN POTOSI			
FECHA	21/06/2017			
Evaluación del riesgo intrínseco de un único puesto				
FOTOGRAFÍA				
				
LADO DERECHO				
Grupo	Selección de	Modificación	Puntuación	Análisis
A	Brazo	+1	3	Extensión 38° y Brazos Abducidos
A	Antebrazo	+1	1	Flexión 87° y Cruza la línea media
A	Muñeca	+1 , 2 (Giro de muñeca)	3	Flexión 37° y Desviación Radial, Pronación media
Puntuación del Grupo A= 5				
Grupo	Selección de	Modificación	Puntuación	Análisis
B	Cuello	0	3	Flexión 53° y Cabeza rotada
B	Tronco	+1	2	Flexión 13° y Tronco rotado
B	Piernas	0	1	De pie con el peso simétricamente distribuido
Puntuación del Grupo B= 4				
Tipo de actividad			1	Estática (se mantiene más de un minuto seguido)
Carga o Fuerza			0	carga o fuerza es menor de 2k
Puntuación C	Puntuación del Grupo A+ Tipo de actividad+ Carga o Fuerza		6	

Puntuación D	Puntuación del Grupo B+ Tipo de actividad+ Carga o Fuerza	5
PUNTUACION FINAL 6		
NIVEL DE ACTUACION	3	Se precisan investigaciones o cambios a corto plazo.

Fuente: Autor

Tabla 90: Evaluación postural de la actividad, lado izquierdo del cuerpo.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA			
ESTUDIO	04				
NOMBRE DE LA EMPRESA	EMPRESA PRO-FLORET				
PUESTO DE TRABAJO	FLORETEO				
ACTIVIDAD	Corte de la Pella de Brócoli				
REALIZADO POR	DARWIN POTOSI				
FECHA	21/06/2017				
Evaluación del riesgo intrínseco de un único puesto					
LADO IZQUIERDO					
Grupo	Selección de	Modificación	Puntuación	Análisis	
A	Brazo	+1	4	Flexión 97° y Hombro elevado	
A	Antebrazo	+1	1	Flexión 84° y Cruza la línea media	
A	Muñeca	+1 , 2 (Giro de Muñeca)	3	Extensión 37° y Desviación Radial, Pronación media	
Puntuación del Grupo A= 7					
Grupo	Selección de	Modificación	Puntuación	Análisis	
B	Cuello	0	3	Flexión 37° y Cuello rotado	
B	Tronco	+1	2	Flexión 5° y Tronco rotado	
B	Piernas	0	1	De pie con el peso simétricamente distribuido	
Puntuación del Grupo B= 4					
Tipo de actividad			1	Estática (se mantiene más de un minuto seguido)	

Carga o Fuerza		0	carga o fuerza es menor de 2k
Puntuación C	Puntuación del Grupo A+ Tipo de actividad+ Carga o Fuerza		8
Puntuación D	Puntuación del Grupo B+ Tipo de actividad+ Carga o Fuerza		5
PUNTUACION FINAL7			
NIVEL DE ACTUACION		4	Se requiere cambios urgentes en la tarea

Fuente: Autor

Tabla 91: Resumen de la Evaluación del riesgo ergonómico aplicando el método RULA a las trabajadoras en el área de floreteo.

# de Trabajadoras	GRUPO A								GRUPO B					Tipo de actividad	Carga o Fuerza	A + Tipo de Actividad + Carga	B + Tipo de Actividad + Carga	Puntuacion final	
	Brazo		Antebrazo		Muñeca			A	Cuello		Tronco		Piernas						B
	Punto	Mod.	Punto	Mod.	Punto	Mod.	Giro		Punto	Mod.	Punto	Mod.							
1	2	1	1	1	3	1	2	5	3	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
2	3	1	1	1	3	1	2	5	3	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
3	2	1	1	1	3	1	2	5	3	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
4	3	1	1	1	3	1	2	5	3	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
5	2	1	1	1	3	1	2	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
6	3	1	1	1	3	1	1	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
7	3	1	1	1	2	1	2	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
8	3	1	1	1	2	1	2	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
9	3	1	1	1	2	1	2	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
10	3	1	1	1	2	1	2	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
11	2	1	1	1	3	1	2	5	2	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
12	2	1	1	1	2	1	2	4	2	0	2	1	1	4	1	0	5	5	6
13	2	1	1	1	3	1	1	5	2	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
14	2	1	1	1	3	1	1	5	2	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
15	2	1	1	1	3	1	1	5	2	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
16	3	1	1	1	3	1	1	5	2	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
17	3	1	1	1	2	1	1	5	2	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
18	3	1	1	1	2	1	1	5	2	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
19	2	1	1	1	2	1	1	4	3	0	2	1	1	5	1	0	5	6	7
20	3	1	1	1	3	1	1	5	2	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
21	3	1	1	1	3	1	1	5	2	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
22	3	1	1	1	3	1	1	5	2	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
23	3	1	1	1	3	1	1	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
24	3	1	1	1	3	1	1	5	3	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
25	3	1	1	1	3	1	1	5	3	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
26	3	1	1	1	3	1	1	5	3	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
27	3	1	1	1	3	1	1	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
28	2	1	1	1	3	1	2	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	6
29	2	1	1	1	3	1	2	5	3	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
30	2	1	1	1	3	1	2	4	3	0	2	1	1	4	1	0	5	5	6
31	2	1	1	1	2	1	2	4	3	0	2	1	1	4	1	0	5	5	6
32	2	1	1	1	2	1	2	4	3	0	3	1	1	5	1	0	5	6	7
33	2	1	1	1	2	1	2	4	3	0	3	1	1	5	1	0	5	6	7
34	3	1	1	1	2	1	2	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
35	3	1	1	1	2	1	2	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
36	3	1	1	1	3	1	2	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
37	2	1	1	1	3	1	1	4	3	0	3	1	1	5	1	0	5	6	7
38	3	1	1	1	2	1	2	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
39	3	1	1	1	2	1	1	5	3	0	3	1	1	5	1	0	6	6	7
40	3	1	1	1	3	1	2	5	3	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6
41	3	1	1	1	3	1	1	5	3	0	2	1	1	4	1	0	6	5	6

Fuente: Autor

Tabla 92: Nivel de Riesgo por posturas forzadas en porcentaje de la Evaluación aplicando el método RULA.

# de trabajadores	Nivel	Nivel del Riesgo Método RULA	
		Derecha	Izquierda
41	Alto	51,21%	36,58%
	Medio	48,78%	63,41%

Fuente: Autor

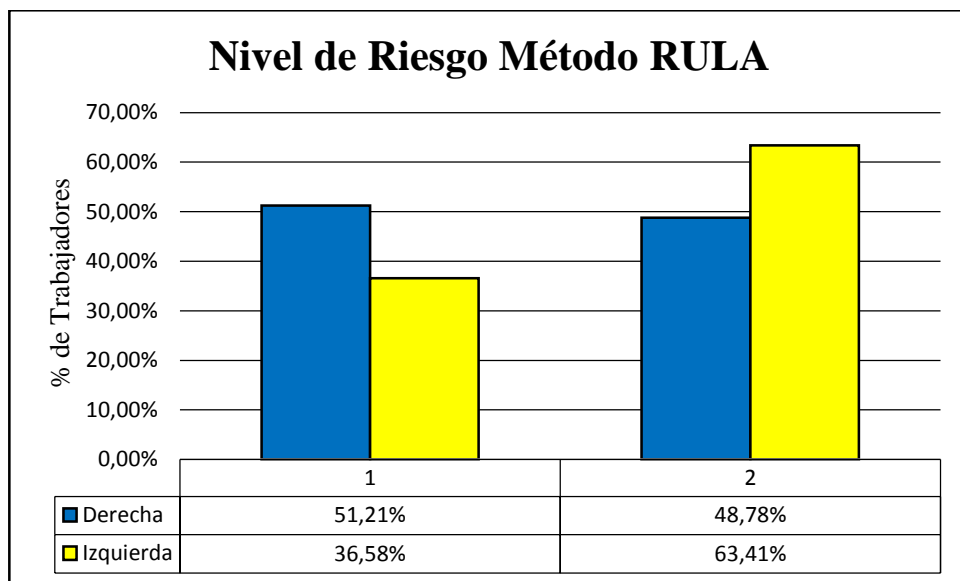


Figura 14: Nivel de Riesgo Método RULA.

Elaborado por: Autor

Realizando la evaluación del nivel de riesgo para posturas forzadas en una jornada de trabajo de 8 horas en el área de floreteo, aplicando el método RULA encontramos que para el miembro superior derecho con un nivel de 4 fue de 51, 21% y para el lado izquierdo con un nivel de 3 fue de 36,58% tomando en cuenta estos valores llegamos a la conclusión que el nivel de riesgo por postura forzadas es alto para el miembro superior derecho de las trabajadoras, esto se debe a que todo el tiempo pasan de pie y las posturas de los brazos están estáticas en un ángulo de 90 grados y este lado es el que realiza la actividad en la jornada de trabajo, en conclusión se debe intervenir inmediatamente en el puesto de trabajo evaluado.

3.2.3 EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONÓMICO MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGA (MMC): MÉTODO ECUACIÓN NIOSH.

Para la evaluación de la Manipulación Manual de Cargas en el puesto de almacenamiento tarea simple, se utiliza el método de la NTP 477: Levantamiento Manual de Cargas, ecuación del NIOSH.

La evaluación del puesto se realiza a las dos personas encargadas del acomodamiento de las gavetas llenas de brócoli en el área de almacenamiento obteniendo resultados muy similares. En el presente trabajo se presenta uno de los dos resultados de este método.

A continuación expondremos los pasos seguidos y los resultados en cada uno de ellos.

FACTORES DE ANÁLISIS

Factor Horizontal (FH)

DISTANCIA HORIZONTAL (H)= 45 cm



Figura 15: Ecuación del NIOSH, evaluación Factor Horizontal.

Fuente: Autor

$$FH=25/H$$

$$FH=25/45$$

$$FH=0,555$$

Factor Vertical (FV)

Cálculo de la distancia vertical en el Destino.

DISTANCIA VERTICAL (V)= 162 cm



Figura 16: Ecuación del NIOSH, evaluación Factor Vertical.

Fuente: Autor

$$FV = 1 - (0,003 |V - 75|)$$

$$FV = 1 - (0,003 |162 - 75|)$$

$$FV = 0,739$$

Cálculo de la distancia vertical en el Origen.

DISTANCIA VERTICAL (V)=27 cm

$$FV = 1 - (0,003 |V - 75|)$$

$$FV = 1 - (0,003 |27 - 75|)$$

$$FV = 0,856$$

Factor de Desplazamiento (FD)

DISTANCIA VERTICAL DEL ORIGEN (V1)= 27 cm

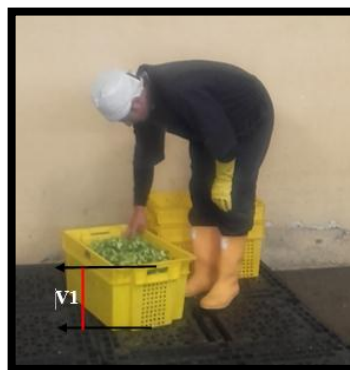


Figura 17: Ecuación del NIOSH, Evaluación Distancia Vertical del Origen (V1).

Fuente: Autor

Cálculo

$$D = V1 - V2$$

$$D = 27 - 162$$

$$D = 135 \text{ cm}$$

$$FD = 0,82 + 4,5/D$$

$$FD = 0,82 + 4,5/135$$

$$FD = 0,8533$$



Figura 18: Ecuación del NIOSH, Evaluación Distancia Vertical en el destino (V2).

Fuente: Autor

DISTANCIA VERTICAL EN EL DESTINO (V2)= 162 cm

Factor de Asimetría (FA)



Figura 19: Ecuación del NIOSH, Angulo de asimetría del levantamiento (A).

Fuente: Autor

$$A = 65^\circ$$

$$FA = 1 - (0,0032 A)$$

$$FA = 1 - (0,0032 (65))$$

$$FA = 0,792$$

Factor de Frecuencia (FF)

Frecuencia: 6 levantamiento cada minuto

Duración: ≤ 1 Hora

Distancia Vertical: 141 cm

Tabla 93: Cálculo del factor de frecuencia (FF).

Frecuencia ele/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤ 1 Hora		$> 1 - 2$ horas		$> 2 - 8$ horas	
	V <75	V ≥ 75	V <75	V ≥ 75	V <75	V ≥ 75
$\leq 0,2$	1	1	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,8	0,8	0,6	0,6	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,5	0,5	0,27	0,27
7	0,7	0,7	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,3	0,3	0	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13
11	0,41	0,41	0	0,23	0	0
12	0,37	0,37	0	0,21	0	0
13	0	0,34	0	0	0	0
14	0	0,31	0	0	0	0
15	0	0,28	0	0	0	0
> 15	0	0	0	0	0	0

Los valores de V están en cm. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevaciones por minuto.

Fuente: INSHT Nota Técnica de Prevención NTP 477. [9]

Factor de Acoplamiento o Factor de Agarre.

V= 162 cm

Tabla 94: Determinación del factor de agarre (CM).

TIPO DE AGARRE	FACTOR DE AGARRE (CM)	
	V <75	V ≥ 75
BUENO	1.00	1,00
REGULAR	0.95	1,00
MALO	0.90	0.90

Fuente: INSHT Nota Técnica de Prevención NTP 477. [9]

Identificación del riesgo a través del Índice de levantamiento

$$LPR = CC \times FH \times FV \times FD \times FA \times FF \times FC$$

$$LPR = 23 \text{ Kg} \times 0,555 \times 0,739 \times 0,8533 \times 0,792 \times 0,75 \times 1$$

$$LPR = 4,7813 \text{ Kg}$$

Resultado índice de levantamiento (IL)

IL= Peso levantado / Limite de Peso Recomendado= L/LPR

Peso levantado de la Gaveta llena de Brócoli = 13 kg

$$IL = \frac{13}{4,7813}$$

$$IL = 2,7188$$

Tabla 95: Evaluación por el Método NIOSH.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA 			
ESTUDIO	05		
NOMBRE DE LA EMPRESA	EMPRESA PRO-FLORET		
PUESTO DE TRABAJO	FLORETEO		
ACTIVIDAD	Corte de la Pella de Brócoli		
REALIZADO POR	DARWIN POTOSI		
FECHA	21/06/2017		
Evaluación del riesgo intrínseco de un único puesto			
FOTOGRAFÍA			
			
Factor	Fórmula	Símbolo	Resultado

Constante de Carga		CC	23
Factor Horizontal.	(25/H)	FH	0,42
Factor Vertical.	$1 - (0,003 V - 75)$	FV	0,802
Factor de Desplazamiento.	$0,82 + (4,5 / D)$	FD	0,8605
Factor de Asimetría	$1 - (0,0032 A)$	FA	0,792
Factor de Frecuencia.	Se obtiene en tabla específica (es función de V, duración y frecuencia).	FF	0,75
Factor de Acoplamiento.	Se obtiene en tabla específica (es función de V).	FC	1,00
Límite de Peso Recomendado	LPR $= CC \times FH \times FV \times FD \times FA \times FF \times FC$	LPR	3.9599
Índice de Levantamiento simple	$IL = \text{Peso levantado} / \text{Limite de Peso Recomendado} = L / LPR$	IL	3,2828
NIVEL DE RIESGO	Es una tarea inaceptable desde el punto de vista ergonómico. Debe ser modificada.		

Fuente: Autor

Descripción de las actividades de carga y descarga de Gavetas de brócoli para su evaluación por la ecuación de NIOSH.

El trabajador recoge gavetas llenas de brócoli una vez por minuto del piso las cuales ya están pesadas y las deposita en un pallet en el área de almacenamiento. La altura inicial de agarre es de 30 cm y las deposita a 6 alturas diferentes en el pallet a 27, 54, 81, 108, 135 y 162 cm.

Las gavetas llenas de brócoli pesan aproximadamente 13 Kg y tienen un buen agarre. Al dejar las gavetas en el pallet se requiere un cierto control y se aprecia giros en el tronco.

La tarea dura 1 hora con 15 min.

Tabla 96: Resumen de evaluación aplicando el método NIOSH.

# de trabajadores	Posicion	Constante de Carga (Kg)	Factor Horizontal (FH)	Factor Vertical (FV)	Factor de Desplazamiento (FD)	Factor de Asimetría (FA)	Factor de Frecuencia (FF)	Factor de Acoplamiento (FC)	Límite de Peso Recomendado	Índice de Levantamiento simple	NIVEL DE RIESGO
1	Origen	23	0,555	0,856	0,8533	0,792	0,75	1	5,53838	2,347257	Medio
	Destino	23	0,555	0,739	0,8533	0,792	0,75	1	4,781382	2,718879	Medio
2	Origen	23	0,42	0,802	0,8605	0,792	0,75	1	3,959942	3,282876	Alto
	Destino	23	0,555	0,901	0,8755	0,824	0,75	1	6,222863	2,089071	Medio

Fuente: Autor

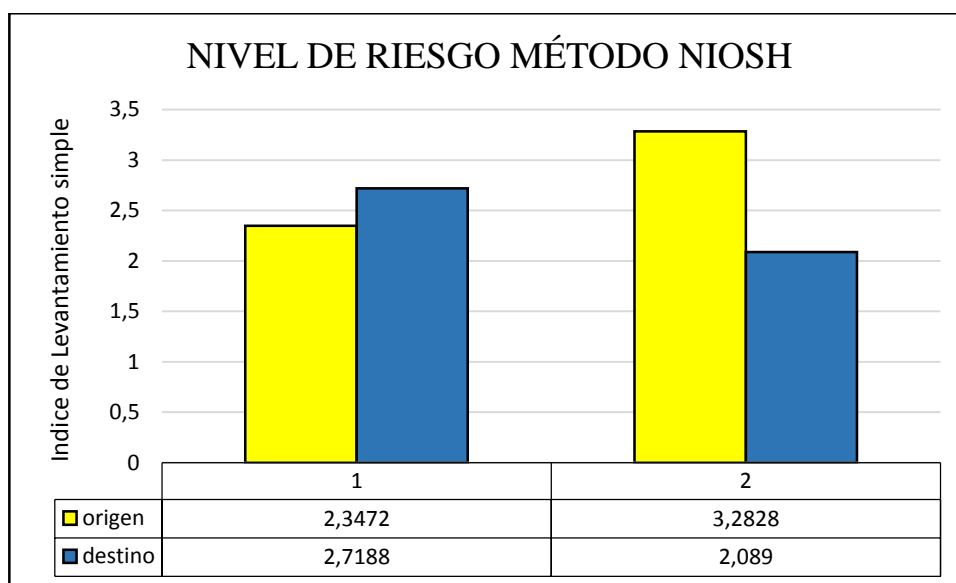


Figura 20: Porcentaje de Nivel de riesgo con el método NIOSH.

Fuente: Autor

Realizando la evaluación del nivel de riesgo para Manipulación manual de cargas aplicando el método NIOSH encontramos que el trabajador #1 tiene un nivel de riesgo medio respecto a la actividad que realiza, y el trabajador #2 tiene un nivel de riesgo alto, ya que en el origen debe levantar la carga a medida que va almacenando en el pallet.

3.2.4 EVALUACIÓN DEL RIESGO FÍSICO CONFORT TÉRMICO: MÉTODO FANGER.

La valoración del riesgo confort térmico en el área de clasificación de brócoli se la realiza mediante mediciones de los parámetros medioambientales, para lo cual se presenta a continuación el procedimiento y el protocolo de medición para el confort térmico aplicando el método FANGER.

3.2.4.1 Cálculo del índice clo para el aislamiento de ropa

Para determinar el índice PMV se requiere como dato adicional la resistencia térmica de la ropa, la cual se obtiene de la siguiente manera como se muestra en la tabla 10.

Tabla 97: Cálculo del índice Clo, para ropa de Mujeres.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRENDAS	RESISTENCIA TÉRMICA I_{cl} (clo)
Ropa Interior	
Sujetadores y Bragas	0,03
Camisas Blusas	
Normal Mangas Largas	0,25
Chaquetas	
Bata de Trabajo	0,30
Pantalones	
Normal	0,25
Diversos	
Calcetines, Gruesos, Largos	0,10
Botas	0,10
Guantes	0,05
Total	1,08

Fuente: UNE_EN-ISO 7730 [16]

El valor clo (resistencia térmica de la ropa) para las trabajadoras del área de clasificación de brócoli es de 1,08 clo.

3.2.4.2 Cálculo de la actividad metabólica o tasa metabólica.

El cálculo de la tasa o actividad metabólica se determina, según las actividades presentadas en la tabla siguiente:

Tabla 98: Tiempo de trabajo de acuerdo a la actividad realizada en el área de floreteo.

ACTIVIDADES	TIEMPO (seg)	% DEL TIEMPO DE TRABAJO
Recoger la Gaveta	2	3
Alcanzar el brócoli	2	3
Cortar el tallo base del brócoli	1	2
Floretear la pella del Brócoli (cortar el brócoli)	50	81
Recoger los pedazos de brócoli	3	5
Encajado de los brócolis en la gaveta	2	3
Limpieza de la mesa de trabajo	2	3
TOTAL DEL CICLO	62 seg	100%

Fuente: Autor.

Todas las actividades que se realizan en la Empresa PRO-FLORET en el área de Floreteo de brócoli, son actividades ligeras, en donde el valor de la tasa metabólica Se representa según las actividades que realizan en un ciclo de trabajo en la jornada de trabajo.

Tabla 99: Valores consumo metabólico de acuerdo a la posición-movimiento del cuerpo y el tipo de trabajo.

ACTIVIDAD	POSICIÓN - MOVIMIENTO DEL CUERPO Y TIPO DE TRABAJO		MEDIDA Kcal/min	TOTAL
Recoger la Gaveta	Posición y Movimiento de cuerpo	De pie	0,6	1,6
	Tipo de trabajo	Ligero con un Brazo	1,0	
Alcanzar el brócoli	Posición y Movimiento de cuerpo	De pie	0,6	1,6
	Tipo de trabajo	Ligero con un Brazo	1,0	

Cortar el tallo base del brócoli	Posición y Movimiento de cuerpo	De pie	0,6	2,1
	Tipo de trabajo	Ligero con dos Brazos	1,5	
Floretar la pella del Brócoli (cortar el brócoli)	Posición y Movimiento de cuerpo	De pie	0,6	2,1
	Tipo de trabajo	Ligero con dos Brazos	1,5	
Recoger los pedazos de brócoli	Posición y Movimiento de cuerpo	De pie	0,6	1,6
	Tipo de trabajo	Ligero con un Brazo	1,0	
Encajado de los brócolis en la gaveta	Posición y Movimiento de cuerpo	De pie	0,6	2,1
	Tipo de trabajo	Ligero con dos Brazos	1,5	
Limpieza de la mesa de trabajo	Posición y Movimiento de cuerpo	De pie	0,6	2,1
	Tipo de trabajo	Ligero con dos Brazos	1,5	
TOTAL				13,2
Metabolismo Basal				1

Fuente: INSHT Nota Técnica de Prevención NTP 322: Determinación del metabolismo energético

3.2.4.3 Cálculo de la actividad metabólica

Teniendo en cuenta la distribución de tiempos (Tabla:11), y el Metabolismo Basal considerado de 1 Kcal/min, calculamos M, usando la ecuación (Ecuación 2.6).

Calculamos M

$$\begin{aligned} M = & (1,6 \text{ K cal/min} \times 0,03) + (1,6 \text{ K cal/min} \times 0,03) + (2,1 \text{ K cal/min} \times 0,02) \\ & + (2,1 \text{ K cal/min} \times 0,81) + (1,6 \text{ K cal/min} \times 0,05) \\ & + (2,1 \text{ K cal/min} \times 0,03) + (2,1 \text{ K cal/min} \times 0,03) + 1 \text{ K cal/min} \end{aligned}$$

1 Kcal/h = 1,16 watios = 0,64 watios/m²(para una superficie corporal media de 1,8 m²)

$$M = 3,045 \text{ K cal/min} = 183,24 \text{ K cal/h} = 117,273 \text{ watios/m}^2$$

Una vez obtenido todos los datos necesarios, se procede al cálculo del índice PMV en base a la norma UNE-ISO-7730, en la cual se utiliza las ecuaciones 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12:

En las ecuaciones ya mencionadas se reemplazan los datos obtenidos en la medición (temperatura del aire, temperatura del globo, velocidad del viento y humedad), también los datos ya calculados como son la actividad metabólica y la resistencia térmica de la ropa.

3.2.5 DETERMINACIÓN DE PMV (VOTO MEDIO ESTIMADO)

Para la determinación de PMV utilizamos la ecuación dada en la norma UNE-EN ISO 7730:2006 introducimos los datos y obtenemos el valor de PMV, en la norma también existe una forma de calcular con la ayuda de tablas, la precisión de las tablas incluidas en este anexo es mejor que 0,1 PMV, siempre que la diferencia entre la temperatura del aire y la temperatura radiante media sea menor de 5 ° C. Las tablas son aplicables para una humedad relativa del aire del 50%.

$$\begin{aligned}
 \text{PMV} = & [0.303 * e^{-0.036M} + 0.028] \\
 & * \{(M - W) - 3.05 * 10^{-3} * [5733 - 6.99 * (M - W) - p_a] \\
 & - 0.42[(M - W) - 58.15] - 1.7 * 10^{-5} * M * (5867 - p_a) \\
 & - 0.0014 * M * (34 - t_a) - 3.96 * 10^{-8} * f_{cl} \\
 & * [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a)\}
 \end{aligned}$$

Tabla 100: Datos obtenidos para la evaluación en el área de floreteo.

PARÁMETROS MEDIOAMBIENTALES	VALOR
Tasa metabólica (M)	117,273 <i>watios</i> / <i>m</i> ²
Aislamiento de la ropa <i>I_{cl}</i> (<i>clo</i>)	1,08 (<i>clo</i>)
Temperatura del aire (T _a)	20,9 °C
Temperatura radiante media (T _{rm})	20,69 °C
Velocidad del aire (V _a)	0,014 m/s
Humedad del aire (hr)	52,36 %

Fuente: Autor

Realizando el cálculo con los datos obtenidos en la hora de la media mañana tenemos el valor del PMV (Voto Medio Estimado) que nos da:

$$\text{PMV} = 0,42$$

Luego calculamos el porcentaje de personas insatisfechas (PPD) aplicando la formula siguiente:

$$\text{PPD} = 100 - 95 * e^{-0.03353*PMV^4 - 0.2179*PMV^2}$$

$$\text{PPD} = 8,68\%$$

Una vez realizado los cálculos con los datos obtenidos para la evaluación se obtiene los índices requeridos que son el índice de valoración medio (PMV) y el porcentaje de personas insatisfechas (PPD), obtenemos la sensación térmica en la siguiente tabla:

Tabla 101: Sensación térmica en función del valor del voto medio estimado.

PMV	PPD	SENSACIÓN TÉRMICA
+3	99%	Muy caluroso
+2	77%	Caluroso
+1	26%	Ligeramente caluroso
0	5%	Neutro
-1	26%	Ligeramente fresco
-2	77%	Fresco
-3	99%	Frio

Fuente: UNE_EN-ISO 7730 [16]

En la tabla se expone los resultados obtenidos de las trabajadoras del área de clasificación de brócoli, en donde también se identifica la sensación térmica, la misma que se encuentra establecida en la UNE-EN ISO 7730/2006 [16].

3.2.6 EQUIPO PARA MEDIR LOS PARÁMETROS MEDIOAMBIENTALES

MODELO HT30.

Este medidor mide el índice de estrés térmico WBGT (Wetbulbglöbetemperature, “índice de temperatura del globo negro y termómetro húmedo”) es el factor que relaciona las variables meteorológicas con el estrés térmico que padecen las personas en función de la actividad que hacen. Éste además mide la temperatura del aire (TA) y la humedad relativa (HR). WBGT.



Figura 21: Medidor de estrés térmico WBGT modelo HT30.

Fuente: Autor

3.2.7 Estrategia de medición Evaluación del Confort Térmico.

La estrategia de medición empleada es la “NTP 387: Evaluación de las condiciones de trabajo”, la cual menciona que se debe evaluar todos los puestos de trabajo, en donde las condiciones térmicas dependen del efecto combinado de la temperatura del aire, su humedad, la velocidad del aire, la carga de trabajo y el tipo de vestido. Además dicha estrategia se combina con la metodología de Fanger que es la que se emplea para la evaluación del confort térmico. [28]

3.2.8 Horarios de medición

Para determinar el tiempo de exposición de las medidas según la norma ISO 7243:1989 Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT (Temperatura Húmeda y la Temperatura de Globo). Se realiza en un ambiente homogéneo para lo cual se coloca el equipo a la altura del pecho a una altura de 1,1 m del suelo.

En la mañana se realiza las mediciones a las siguientes horas: 7h30 y 10h00 am

En la tarde se realiza las mediciones a las siguientes horas: 12h30 y 15h00 pm

3.2.9 Número de mediciones

En la mañana se toma 40 mediciones y en la tarde otras 40, de las cuales de cada diez se saca un promedio, obteniendo de esa manera 4 mediciones finales.

3.2.10 Duración de las mediciones

Se toma 10 mediciones puntuales en un intervalo de tiempo de 2 a 3 minutos, obteniendo de esa manera 1 medición promedio por cada dos horas.

3.2.11 Ubicación del equipo

Se ubica el equipo de medición en la superficie de trabajo del Área a Evaluar. El equipo debe encontrarse a la altura del plano de trabajo. El sensor de velocidad del viento se coloca perpendicularmente a la corriente de aire.

Tabla 102: Resultados de confort térmico, Área Floreteo puesto de trabajo 1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA			
ESTUDIO	06				
NOMBRE DE LA EMPRESA	EMPRESA PRO-FLORET				
PUESTO DE TRABAJO	FLORETEO				
ACTIVIDAD	Corte de la Pella de Brócoli				
REALIZADO POR	DARWIN POTOSI		FECHA: 17/08/2017		
FOTOGRAFÍA					
Equipo :	Época:	Vestido (clo):	Actividad ($watios/m_2$):	Condición Ambiental:	Nivel PMV

					Recomen dado:
EXTECH HT30	Vera no	1,08	117,2736	Parcialmente Nublado	-0,5 a + 0,5
Datos del Equipo:	Temperatura del aire:	Rango: 0°C a 50°C (32°F a 122°F)	Exactitud: ±1°C (1.8 °F)	Humedad relativa:	Rango: 0 a 100 % RH
		Rango: 0°C a 50°C (32°F a 122°F)			Exactitud: ±3% (@25°C, 10 to 95%RH)
	Temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH)	Rango: 0°C a 50°C (32°F a 122°F)	Exactitud: Calculado de parámetros medidos	Temperatura de operación:	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
Evaluación del riesgo intrínseco de un único puesto					
MÉTODO FANGER					
MEDIR LOS SIGUIENTES PARÁMETROS MEDIOAMBIENTALES					MEDICIONES PROMEDIO
Temperatura del aire (Ta)					20,9 °C
Temperatura radiante media (Trm)					20,69 °C
Velocidad del aire (Va)					0,014 m/s
Humedad del aire (hr)					52,36 %
Aislamiento de la ropa de los trabajadores en el entorno I_{cl} (clo)					1.08 (clo)
Tasa metabólica de la actividad desarrollada (W/m^2)					117,273 W/m^2
RESULTADOS DE CONFORT TÉRMICO MUJERES					
N° de medición	Área	Hora	PMV	PPD (%)	Sensación Térmica
1	Corte Pella de Brócoli	Mañana	0,42	8,68	Moderadamente Confortable
2		Media Mañana	0,55	11,33	Poco confortable o insatisfactorio
3		Medio Día	0,28	7	Moderadamente confortable
4		Tarde	0,6	13	Poco confortable o insatisfactorio
ANALISIS DE RESULTADOS					
ACTUACION					Disminuir los (clo) mediante la vestimenta

Fuente: Autor

Comparación de los resultados

Los valores obtenidos en los cálculos se comparan con los valores establecidos según la UNE-EN ISO 7730/2006 en lo referente a ergonomía del ambiente térmico. La comparación de los resultados obtenidos en el área de clasificación de brócoli con la normativa se detalla a continuación en la figura a continuación:

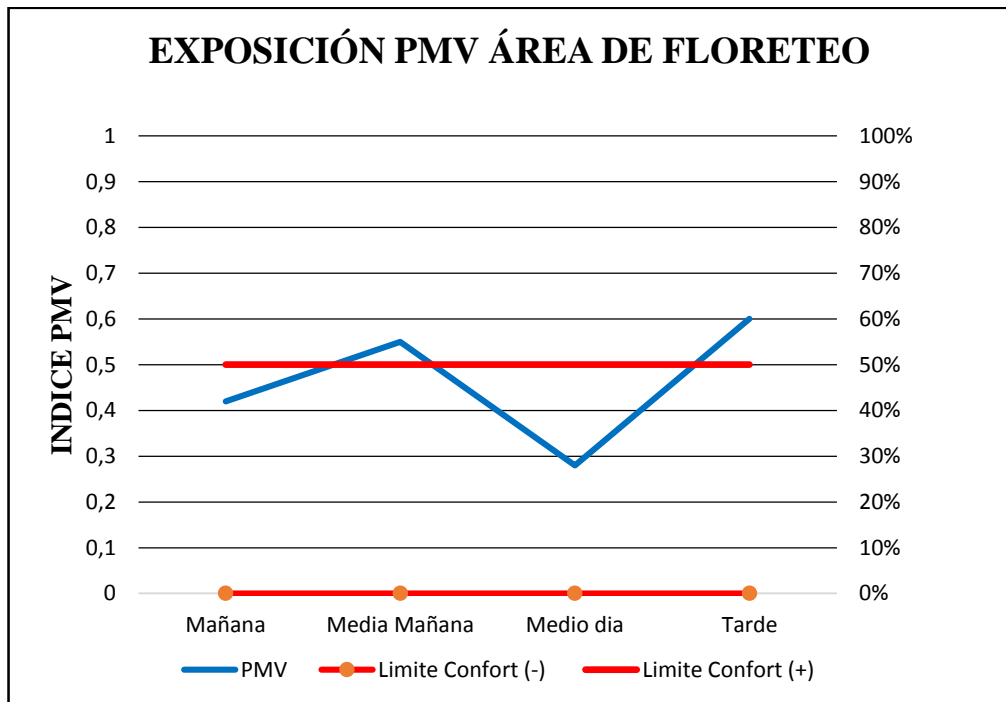


Figura 22: Exposición PMV área de floreteo mujeres.

Fuente: Autor

Se aprecia que a lo largo del día en el área de clasificación de brócoli, respecto a la mañana tenemos que está casi llegando al límite de PMV existe un ambiente moderadamente confortable, en la media mañana tenemos un ambiente poco confortable o insatisfactorio, con respecto al medio día está en un ambiente confortable, pero por un cambio de clima de nublado a soleado, el PMV en la tarde, se encuentra ligeramente caliente, ocasionado de esa manera incomodidades térmicas en las Trabajadoras del área de Floreteo.

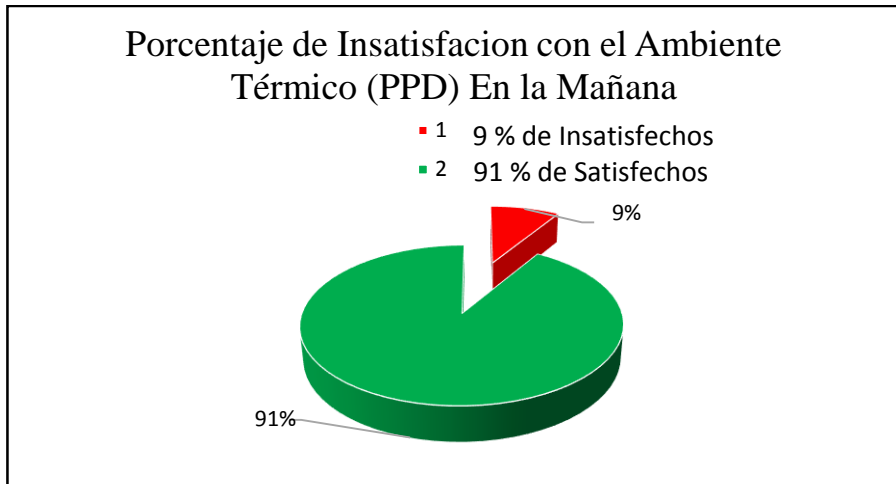


Figura 23: Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) en la mañana.
Fuente: Autor

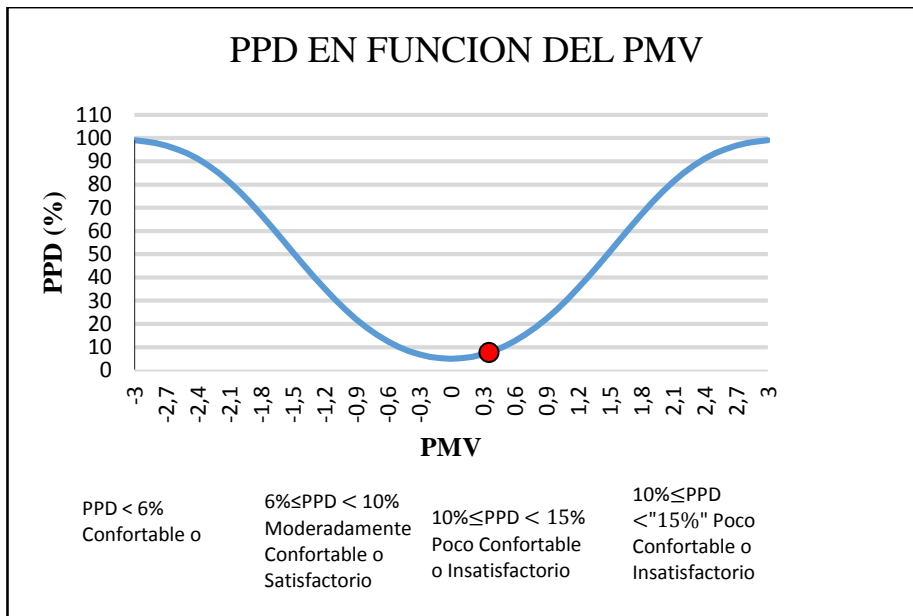


Figura 24: Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) en función del voto medio estimado (PMV).

Fuente: Autor

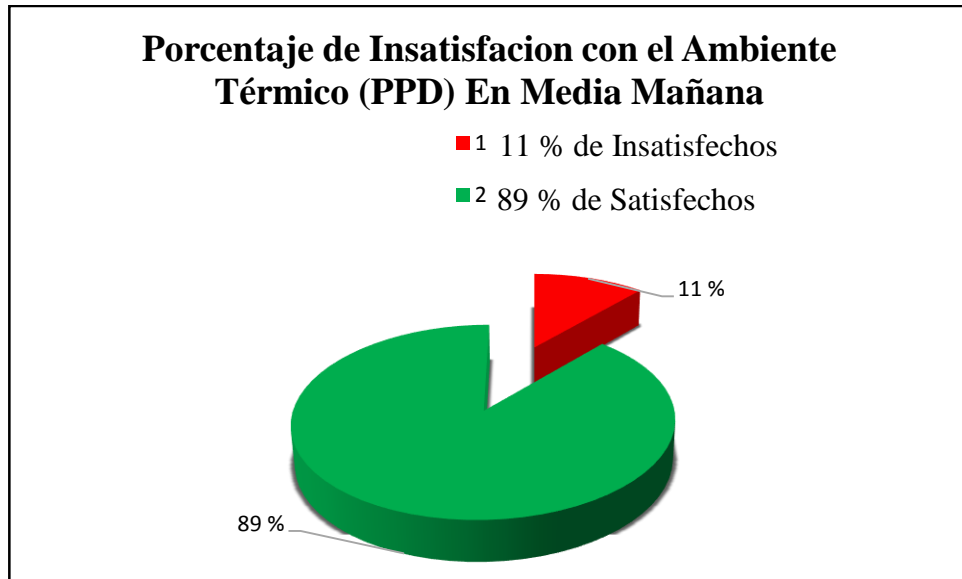


Figura 25: Porcentaje de personas insatisfechas en media mañana.

Fuente: Autor

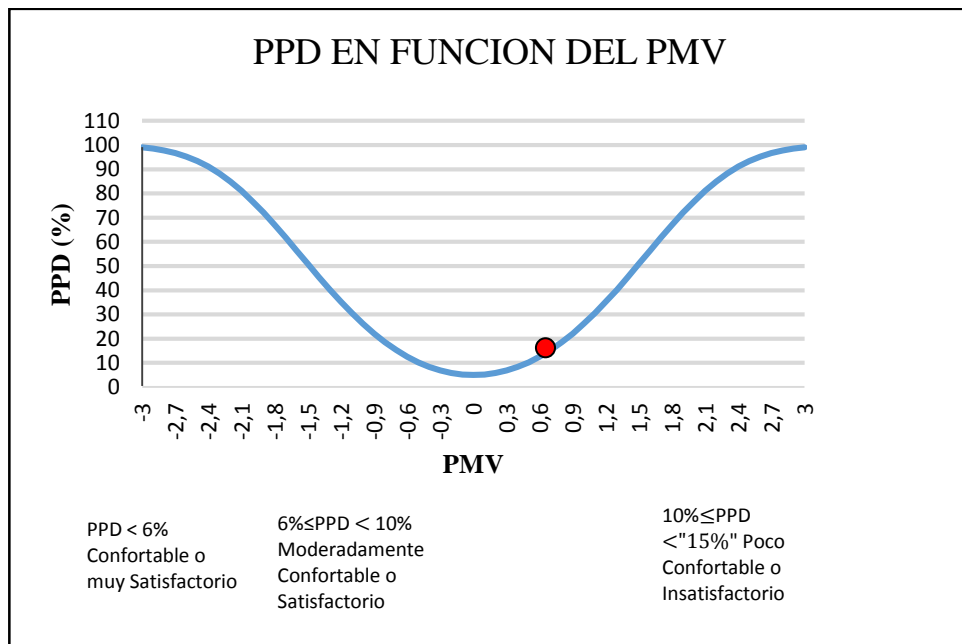


Figura 26: PPD en función del PMV en media mañana.

Fuente: Autor

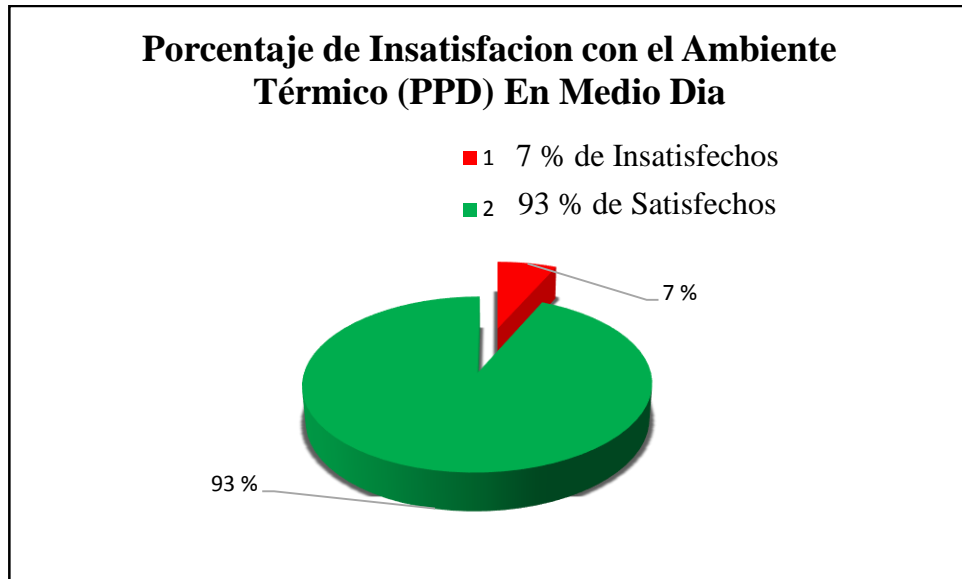


Figura 27: Porcentaje de personas insatisfechas en medio día.

Fuente: Autor

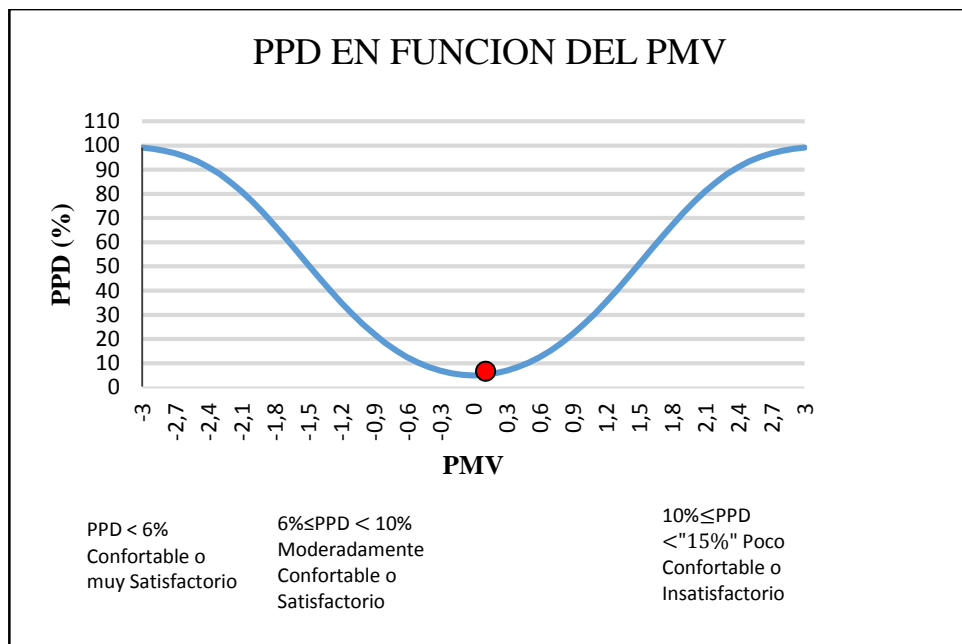


Figura 28: PPD en función del PMV en medio día.

Fuente: Autor

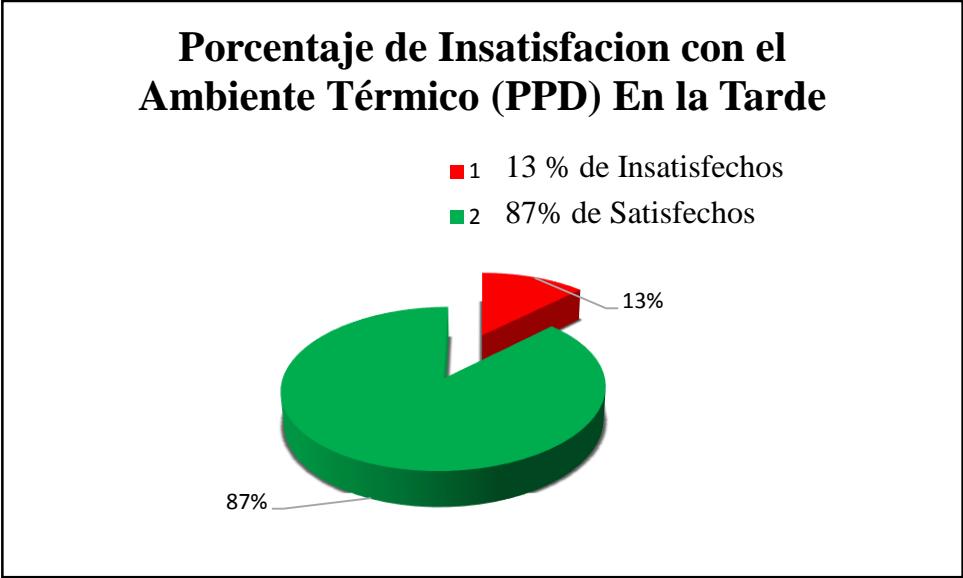


Figura 29: Porcentaje de personas insatisfechas en la tarde.

Fuente: Autor

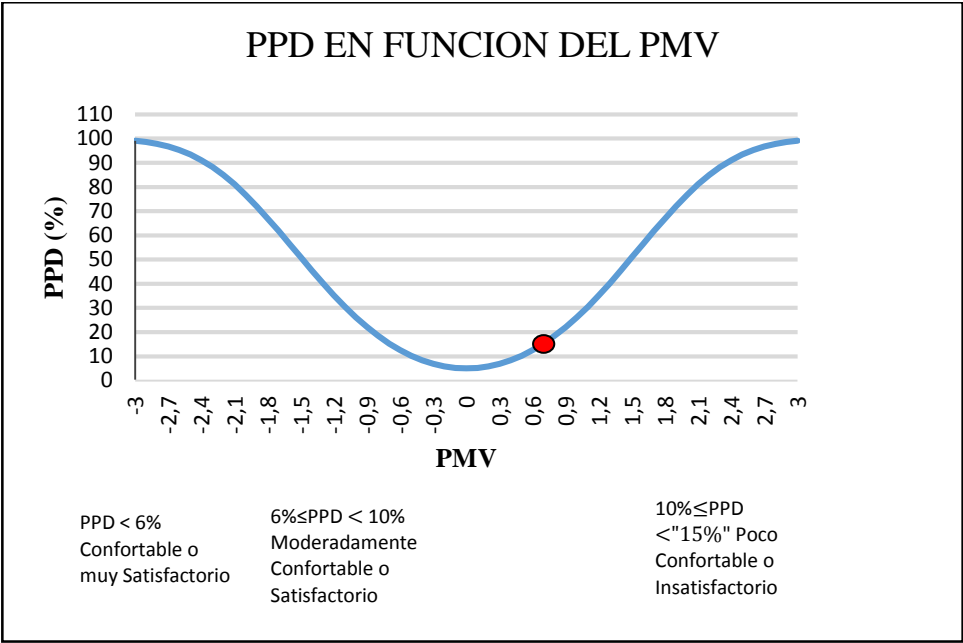


Figura 30: PPD en función del PMV en la tarde.

Fuente: Autor

Tabla 103: Resumen de Resultado de la Evaluación Ergonómica.

RESULTADO DE LA EVALUACION DEL RIESGO ERGONOMICO										
AREA	PUESTO	# DE TRABAJADORES			FACTOR DE RIESGO					
		H	M	TOTAL	MANIPULACION MANUAL DE CARGAS	VALORACION DEL RIESGO				CONFORT TERMICO
						POSTURAS FORZADAS		MOVIMIENTOS REPETITIVOS		
					LADO DERECHO	LADO IZQUIERDO	LADO IZQUIERDO	LADO DERECHO		
CLASIFICADORA	FLORETEO	0	40	40		3 Riesgo Moderado	4 Riesgo Alto	14,8 Riesgo Moderado	23,5875 Riesgo Alto	8,68 Ligeramente Confortable
	SUMINISTRO DE PRODUCTO	2	0	2	3,28 Riesgo ALTO					
	CALIBRACION	2	0	2	3,28 Riesgo ALTO					
	PESAJE	2	0	2	3,28 Riesgo ALTO					
	ALMACENAMIENTO	1	0	1	3,28 Riesgo ALTO					
				47						

Fuente: Autor

3.2.12 PROPUESTA DE PLAN DE CONTROL

Plan de prevención de riesgos ergonómicos

Se puede definir al plan de prevención de riesgos ergonómicos como el conjunto de procedimientos y medidas que persiguen el objetivo de optimizar el conjunto “persona-máquina” y el ambiente que lo rodea, con el fin de evitar a futuro las enfermedades ocupacionales fruto de la exposición a factores de riesgo de tipo ergonómico.[29]

Con la de definición de la Ergonomía que esta actúa sobre:

El propio puesto de trabajo, pues interviene de manera directa en el trabajo, la forma de realizarlo, las herramientas, equipos y máquinas que se utiliza y sobre el diseño que permita optimizar el rendimiento del trabajador. [29]

Las condiciones del ambiente de trabajo que intervienen en el rendimiento del trabajador, como las condiciones termo higrométricas: temperatura, Velocidad del aire, humedad, y estos influyen en la satisfacción al realizar la tarea. [29]

Las condiciones organizativas de la empresa colocadas para la realización de las tareas, su estructura y normas internas. [29]

Actividades del plan de prevención de riesgos

Como actividades importantes para poner en marcha el plan de prevención y el conjunto de actividades necesarias se tiene:

Definición de objetivos. La definición de objetivos es importante debido a que se indica puntualmente los riesgos a controlar y a través de que medio. [29]

Identificación de las tareas con riesgo. Al realizar un plan debemos iniciar con la identificación de las tareas que presentan riesgo para poder realizar el plan de prevención. [29]

Responsables. Para cada acción que se detalle como medida de control se asignará un responsable, el mismo que se deberá informar con precisión sobre la situación actual del riesgo. [29]

Alcance del plan de prevención. Este plan de prevención aplicara para la empresa PRO-FLORET, y se definirá el alcance del plan a fin de alcanzar los objetivos trazados.[29]

Controles Administrativo y/o de Ingeniería. Desarrollar los procedimientos o detallar los controles que se van a requerir para lograr la gestión preventiva indicada en el plan y una posterior evaluación de su eficiencia y eficacia. [29]

3.3 Plan de prevención de riesgos ergonómicos

3.3.1 DATOS INFORMATIVOS

Tema: “Desarrollar un plan de prevención de riesgos ergonómicos en el área clasificadora de brócoli en la empresa PRO-FLORET”

Institución: Empresa “PRO-FLORET”

Ubicación: Latacunga – Parroquia San Miguel calle García Moreno.

Autor: Investigador y Tutor.

3.3.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Realizado el estudio ergonómico que abarca la identificación, medición y valoración de los mismos, se visualiza que existen riesgos ergonómicos con un nivel de riesgo alto y esto ha permitido concluir que es de gran importancia realizar medidas preventivas y/o correctivas dentro de un plan de prevención que favorezca las condiciones de trabajo del personal.[29]

3.3.3 JUSTIFICACIÓN

Toda empresa en el Ecuador debe realizar acciones y medidas de prevención de seguridad y salud en el trabajo, el cual pueda mejorar el ambiente laboral para

mantener la salud y el bienestar de trabajadores mediante condiciones adecuadas de trabajo con un nivel bajo de riesgos y no atenten a la integridad del trabajador. [29]

Por lo cual en el presente trabajo investigativo, en base a las evaluaciones realizadas y resultados obtenidos ha puesto de manifiesto un alto grado de peligrosidad a los factores de riesgo ergonómicos (movimientos repetitivos, posturas forzadas, manipulación manual de cargas y confort térmico), mismos que contribuyen en la aparición de alteraciones músculo esqueléticas, y propone mejorar las condiciones de trabajo para mitigar los factores de riesgo mencionados. [29]

Este plan de prevención servirá como muestra del desarrollo que se va generando en el personal de la empresa encabezado por Gerencia General, respecto a la cultura de seguridad y salud a la cual se debe llegar a tener en la empresa PRO-FLORET.[29]

3.3.4 OBJETIVOS

- ✓ Proporcionar medidas de prevención considerando recomendaciones del método OCRA, método RULA, Método NIOSH y método FANGER para disminuir el riesgo de alteraciones músculo esqueléticas en las actividades del área clasificadora de brócoli.
- ✓ Diseño de una estación de trabajo al puesto de floreteo considerando las medidas antropométricas de las trabajadoras.

3.3.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La elaboración de la propuesta es factible de realizarse, porque se cuenta con información suficiente en cuanto al campo de la ergonomía, además del apoyo de la empresa y del recurso humano dentro del área clasificadora de brócoli, para desarrollar la propuesta planteada para que este proyecto sea factible.[29]

3.3.6 FUNDAMENTACIÓN

Prevención y control de riesgos ergonómicos

Una vez realizado la identificación y evaluación de riesgos, se pueden aplicar dos tipos de controles: [29]

1. Controles de ingeniería: Cambios en cuanto al aspecto físico del puesto o área de trabajo como por ejemplo: la modificación del puesto de trabajo, cambio a herramientas modernas, rediseñar las actividades, etc., que dependerán de las actividades, se enfoca a los aspectos del ambiente de trabajo que afectan al trabajador con la finalidad de reducir o eliminar los riesgos de manera permanente.[29]

2. Controles administrativos: Cambios en la organización del trabajo, mejoramiento de técnicas de trabajo, preparar un programa rotativo que balancee la carga a levantar o que disminuya las actividades repetitivas, etc. Así como ofrecerle un ambiente de trabajo agradable. [29]

3.3.6.1 Principios de diseño antropométrico

Es importante que lo mejor y lo más exacto es diseñar el puesto de trabajo para cada persona, pero también lo más caro, por lo que solo se justifica en casos específicos, pero si el puesto debe ser utilizado por 5, 20, 50 o más personas, habrá que tenerlas en cuenta a todas para hacer el diseño.

3.3.7 METODOLOGÍA

Para la ejecución de este proyecto se ha escogido realizar medidas de prevención a los factores de riesgos evaluados, el cual reducirá el nivel de riesgo en las trabajadoras.

Medidas de prevención ergonómica a los factores de riesgos críticos

Tabla 104: Medidas de prevención para los factores de riesgos críticos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA		
ESTUDIO	07	
NOMBRE DE LA EMPRESA	EMPRESA PRO-FLORET	
PUESTO DE TRABAJO	FLORETEO	
ACTIVIDAD	Corte de la Pella de Brócoli	
REALIZADO POR	DARWIN POTOSI	
MOVIMIENTOS REPETITIVOS		
EN LA FUENTE	EN EL MEDIO	EN EL TRABAJADOR
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar entrenamiento al personal y supervisión médica. ✓ Determinar control en las tareas establecidas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar 2 pausas, un descanso en media mañana además del descanso para el almuerzo, y otra en media tarde ya que la jornada laboral es de 8 horas. ✓ Realizar una rotación del personal. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar capacitaciones técnicas y poner en prácticas pausas activas. ✓ Determinar actividades recreativas de integración social. y ejercicios de calistenia.
POSTURAS FORZADAS		
EN LA FUENTE	EN EL MEDIO	EN EL TRABAJADOR
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar una mesa de trabajo con los planos de trabajo ergonómicos que cumplan con las medidas antropométricas de las trabajadoras del área. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Corregir las posturas forzadas, mediante el diseño de un puesto de trabajo ergonómico, tomando en cuenta las medidas antropométricas de las trabajadoras y así mejorar mejorando el puesto de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar capacitaciones técnicas y poner en práctica las pausas activas. ✓ Alternar posturas estáticas con otras en movimiento.
MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS		
EN LA FUENTE	EN EL MEDIO	EN EL TRABAJADOR
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mecanizar o automatizar el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proporcionar guantes adecuados para manipular las gavetas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los trabajadores deben recibir formación para

	✓ Proporcionar un coche de ruedas que se acople a las necesidades.	realizar su trabajo adecuadamente y con seguridad. ✓ Los programas activos la educación y la formación de los trabajadores en el levantamiento seguro de cargas.
CONFORT TÉRMICO		
EN LA FUENTE	EN EL MEDIO	EN EL TRABAJADOR
✓ Dotar al local de una ventilación general que evite el calentamiento del aire, aumentando, si fuese preciso, la velocidad del mismo. Esta ventilación puede ser de tipo natural o forzada por medio de ventiladores-extractores.	✓ Mediante un sistema adecuado de climatización del aire se debe crear un clima interior confortable para la mayoría de los ocupantes de un espacio.	✓ Informar al trabajador la importancia del uso de ropa térmica y de las consecuencias futuras al estar expuestas al frío o al calor sin ninguna protección. ✓ Aumentar los (clo) utilizando prendas térmicas adecuadas para retener el calor en el cuerpo.

Fuente: Autor

3.3.8 Diseño antropométrico de la estación de trabajo

Entendemos como diseño del puesto trabajo, como el conjunto de actividades que se efectúan, entre la concepción de un puesto de trabajo y su realización.

Desde el punto de vista ergonómico, el desarrollo del diseño físico del puesto de trabajo se basa en la adecuación del espacio físico de trabajo a los requerimientos cinético-operacionales de las personas que los ocupan. Para ello es preciso conocer las características antropométricas y biomecánicas de las personas, así como las características del espacio de trabajo en su aspecto físico, que incluye máquinas, planos de trabajo, herramientas, señales etc. [13]

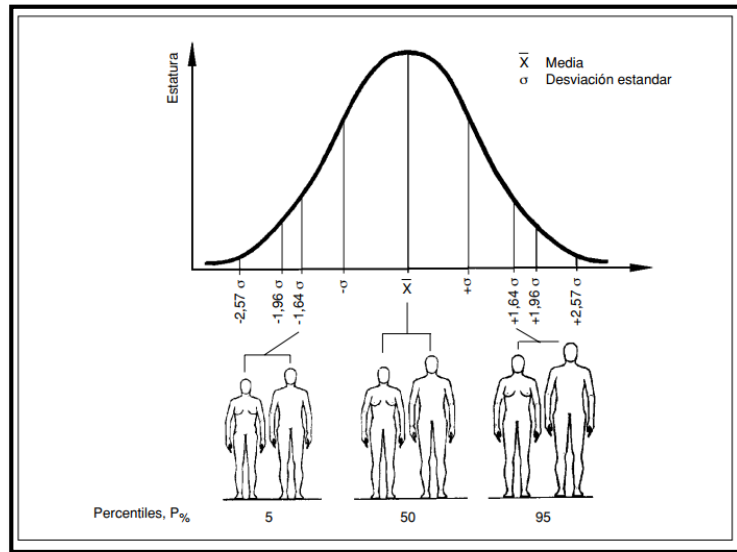


Figura 31: Curva normal y de percentiles (5,50 y 95) de las estaturas de mujeres y hombres de una población hipotética.

Fuente: Pedro R. Mondelo Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo. [13]

3.3.9 Dimensiones antropométricas en posición de pie

Para diseñar un puesto de trabajo específico, se deben tomar en cuenta las variables antropométricas funcionales se toman a partir de las posiciones del cuerpo resultantes del movimiento.

Tabla 105: Característica estructurales para un puesto de trabajo en posición de pie.

Característica estructurales	Símbolo
Altura o Estatura	(E)
Altura codo- suelo de pie	(CSp)
Altura de ojos de pie	(AOp)
Altura de hombro	(AHp)
Alcance Máximo del brazo	(AmaxB)

Fuente: Autor

Tabla 106: Medidas antropométricas del puesto de trabajo en posición de pie.

# de Trabajadores	Estatura (E)	Altura codo-suelo de pie (CSp)	Altura de ojos de pie (AOp)	Altura de hombro (AHp)	Alcance máximo del brazo (AmaxB)
1	152	100	136	120	63
2	145	107	145	132	66
3	159	103	152	134	65
4	162	97	146	128	63
5	155	102	144	130	62
6	150	96	140	127	62
7	149	95	143	122	61
8	154	103	145	127	60
9	153	101	144	126	59
10	150	97	140	130	58
11	151	99	137	131	62
12	143	105	134	119	63
13	147	109	141	123	65
14	145	107	139	120	64
15	152	100	143	126	63
16	152	101	146	125	57
17	153	99	139	127	58
18	155	103	141	128	62
19	144	106	138	122	62
20	146	107	137	121	63
21	153	101	144	126	61
22	155	102	146	128	60
23	147	109	137	123	59
24	148	110	142	126	57
25	152	102	138	126	62
26	150	96	144	130	63
27	143	105	137	119	61
28	151	98	145	131	64
29	156	100	147	130	66
30	158	104	148	131	65
31	142	102	133	119	63
32	144	105	135	119	62
33	146	108	136	121	61
34	147	109	141	120	60
35	148	111	142	128	62
36	140	97	131	118	63
37	139	93	130	116	58
38	141	98	131	119	68
39	145	107	139	120	65
40	157	104	147	131	64
41	158	105	148	132	63

Fuente: Trabajadoras del Área de Floreteo.

Tabla 107: Resultado de percentiles P5 y P95 de las medidas antropométricas.

Medida Antropométrica	MIN	MAX	MEDIA \bar{x}	σ	P(5)	P(95)
E	139	162	149,68	5,58	140	161
(CSp)	93	111	102,5	4,53	94	110
(AOp)	130	148	141	5,18	131	147
(AHp)	116	134	125	4,85	117	133,1
(AmaxB)	57	68	62	2,53	57,55	67,45

Fuente: Autor

3.3.10 Diseño antropométrico del puesto de trabajo.

Partiendo con las medidas obtenidas en la tabla se propone medidas adecuadas para el diseño de la estación de trabajo.

Diseño

Se debe indicar que en la estructura de la mesa ergonómica, está diseñada según las medidas antropométricas del personal del área clasificadora de brócoli, se tiene doce vigas y Seis columnas, por lo que a continuación se procede a seleccionar los materiales para las partes nombradas anteriormente, detallándose que la Fuerza máxima en cada viga.

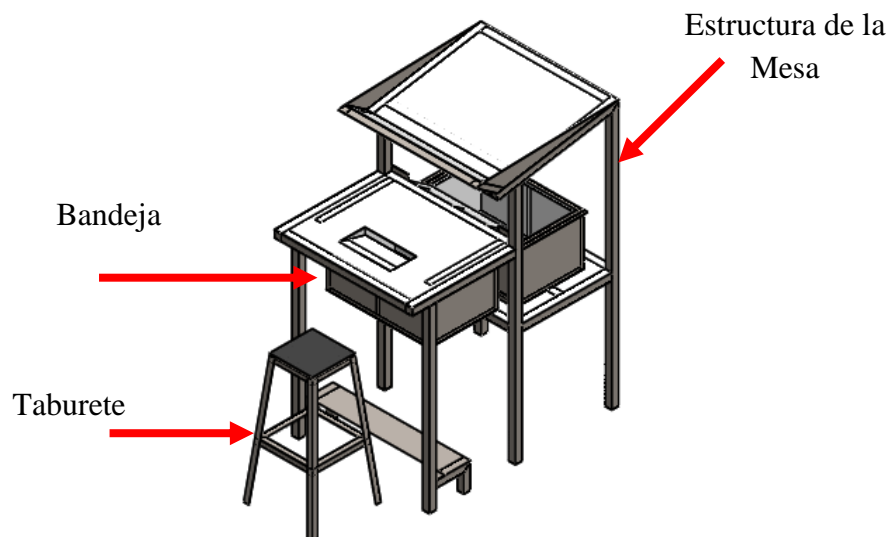


Figura 32: Partes constitutivas de la mesa ergonómica.

Fuente: Autor

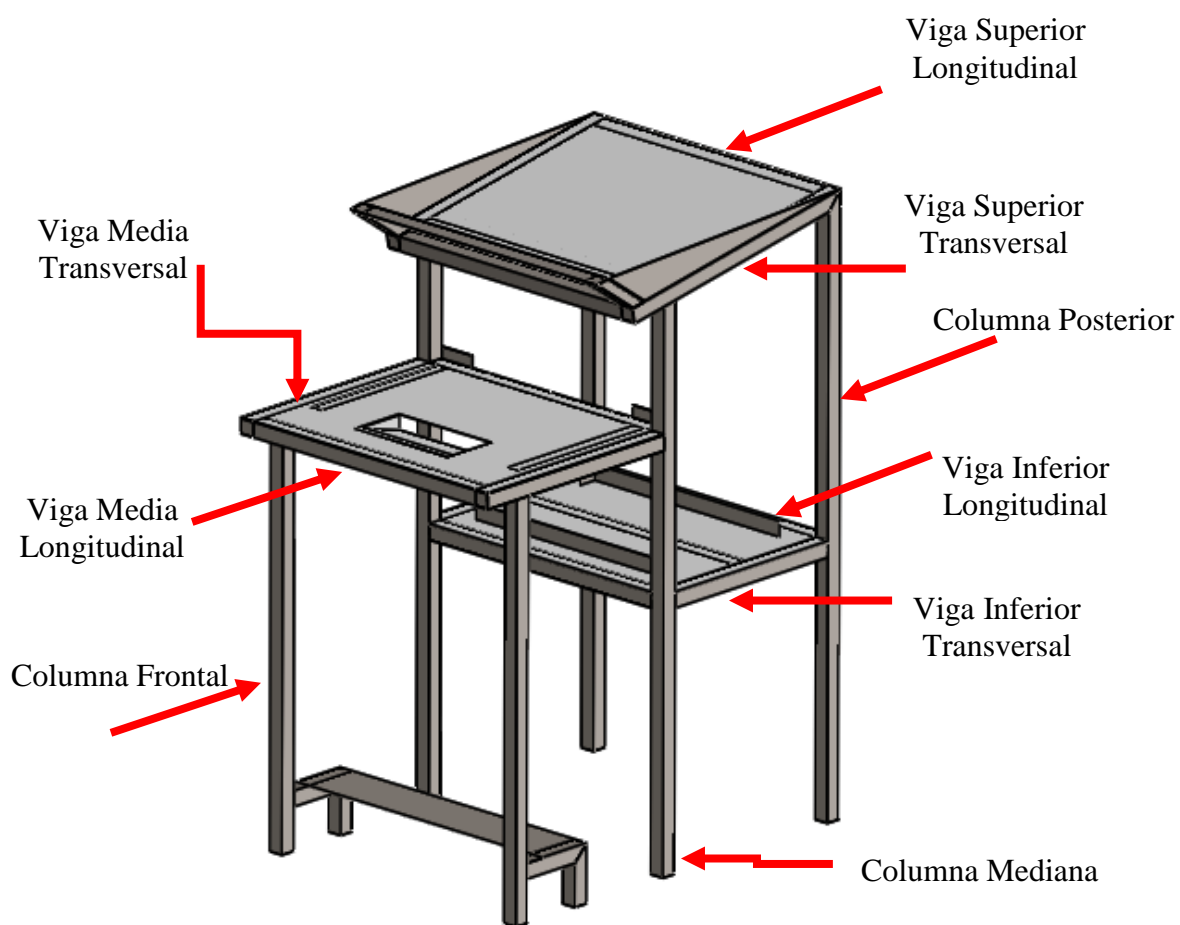


Figura 33: Partes de la mesa ergonómica.

Fuente: Autor

3.3.11 Cálculos o Modelo Operativo

3.3.11.1 Selección del Material de la Viga Superior Transversal.

Para seleccionar el material de la viga superior transversal indicada en la figura 34, se da en base a los siguientes datos:

- Peso del brócoli = 30 Kgf
- Longitud de la viga es 718 mm = 71,8 cm.
- Límite de fluencia $F_y = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, para el acero a escoger es un ASTM A36.

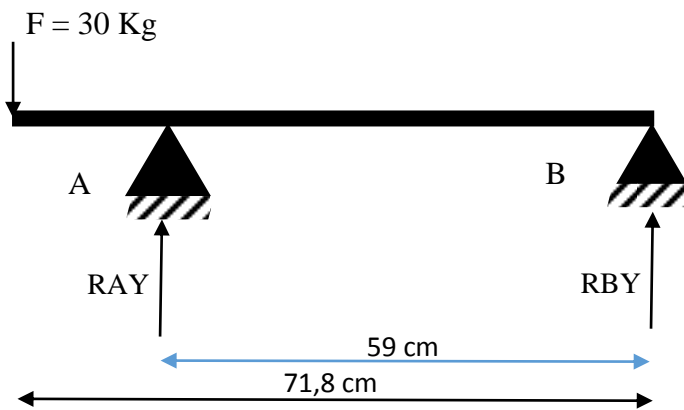


Figura 34: Distribución de cargas en la viga superior transversal.
Fuente: Autor

Reacciones:

$$\Sigma_{FY} = 0$$

$$R_{AY} + R_{BY} - 30 \text{ Kg} = 0$$

$$36,51 \text{ Kg} + R_{BY} - 30 \text{ Kg} = 0$$

$$R_{BY} = -6,51 \text{ Kg}$$

Se determinó los momentos en los puntos A y B considerando que es una viga con apoyos con carga en un extremo se determinó que:

$$\Sigma_{MB} = 0$$

$$30 \text{ Kg} * 71,8 \text{ cm} - R_{AY} * 59 \text{ cm} = 0$$

$$R_{AY} = \frac{30 \text{ Kg} * 71,8 \text{ cm}}{59 \text{ cm}}$$

$$R_{AY} = 36,51 \text{ Kg.}$$

$$M_F = FL$$

$$M_{RAY} = M_F = 36,51 \text{ Kg} * 59 \text{ cm} = 2154,09 \text{ Kg} * \text{cm}$$

Las especificaciones ASD-F1 tienen diferentes esfuerzos permisibles por flexión. Para la mayoría de los casos, el esfuerzo permisible por flexión (McCormac, 2012, pág. 238), la ecuación 3.4 es:

$$F_b = 0,66 F_y \quad \text{Ec. 3.4}$$

$$F_y = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}; \text{ Limite de Fluencia}$$

$$F_b = 0,66 F_y$$

$$F_b = 0,66 \times 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

El módulo de sección necesario para que la viga tenga suficiente resistencia a la flexión se calculó mediante la ecuación 3.5, (McCormac, 2012, pág. 238).

$$S_x = \frac{M}{F_b} \quad \text{Ec. 3.5}$$

Donde:

S_x = Modulo de seccion, cm^3

M = Momento flexionante, $\text{kg} \cdot \text{cm}$

F_b = Esfuerzo permisible, kg/cm^2

$$S_x = \frac{2154,09 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 1,29 \text{ cm}^3$$

En base al Módulo de Sección (S_x) se procede a escoger un perfil de la tabla 105 con el catálogo de DIPAC con las siguientes características.

Tubo Cuadrado:

- $h = 40 \text{ mm}$
- $\text{Espesor} = 2 \text{ mm}$
- $\text{Área} = 2,94 \text{ cm}^2$
- $S_x = 1,54 \text{ cm}^3$

Tabla 108: Especificaciones Técnicas del Tubo estructural Cuadrado ASTM A-500.

Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm ³
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	4,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84

Fuente: DIPAC productos de acero 2017.

A continuación, se procede a comprobar la validez del tubo seleccionado, con el cálculo de la carga, momento máximo y el módulo de sección del perfil.

$$q = 30\text{Kg} + 2,41 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 0,718 \text{ m} = 31,73 \text{ Kg}$$

$$M = 31,73 \text{ Kg} * 59 \text{ cm} = 1872,09 \text{ Kg} * \text{cm}$$

$$S_{\text{req.}} = \frac{M}{F_b} = \frac{1872,09 \text{ Kg} * \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 1,12 \text{ cm}^3$$

$$1,12 \text{ cm}^3 < 1,54 \text{ cm}^3$$

$$S_{\text{req.}} < S_{\text{Tabl.}}$$

Como se puede diferenciar que el Módulo de Sección que se requiere es menor que el proporcionado por las Tablas se puede decir que el Tubo Cuadrado seleccionado es el Correcto.

Resultado Seleccionado: **Tubo Cuadrado Estructural ASTM A-500 40x40x2 mm.**

3.3.11.2 Selección del Material de la Viga Superior, Media e Inferior Longitudinal.

La selección del Material se da en base a los siguientes datos:

- Peso = 30 Kgf
- Longitud de la viga es 720 mm = 72 cm.
- Carga Distribuida: $q = 0,42 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$
- Límite de fluencia de Acero ASTM A36, $F_y = 2\,530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

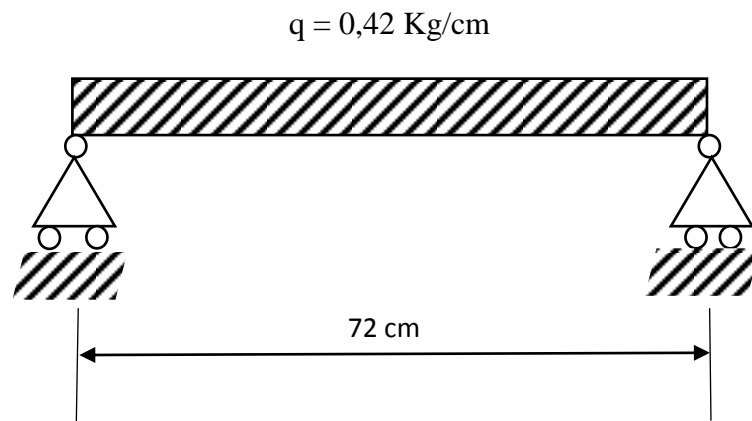


Figura 35: Distribución de Cargas en la Viga superior Longitudinal.

Fuente: Autor

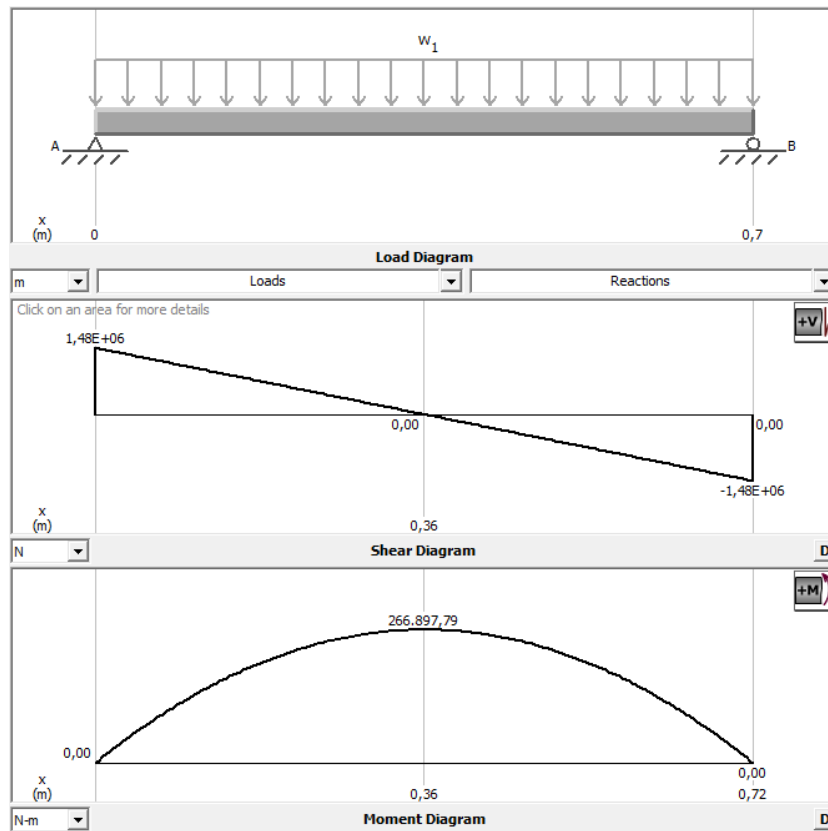


Figura 36: Diagrama de fuerza cortante y momento flector.
Fuente: Autor

Para seleccionar el material más apropiado se utilizan las siguientes ecuaciones:

Donde:

M = Momento (Kg*cm):

q = Carga Distribuida: $q = 0,42 \frac{Kg}{cm}$

L = Longitud de la Placa: 72 cm

Por lo que:

$$M = \frac{0.42 \frac{Kg}{cm} x(72 \text{ cm})^2}{2} =$$

$$M = 1088.64 \text{ Kg} * \text{cm}$$

Donde:

Fb = Esfuerzo Permisible ($\frac{Klb}{pulg^2}, \frac{Kg}{cm^2}$):

Fy = Límite de Fluencia: $2\,530 \frac{Kg}{cm^2}$

Por lo que:

$$Fb = 0,66 Fy$$

$$Fb = 0,66 \times 2530 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$Fb = 1669,8 \frac{Kg}{cm^2}$$

Donde:

Sx = Módulo de Sección Requerido (cm^3)

M = Momento $1088.64 Kg * cm$

Fb = Esfuerzo Permisible = $1669,8 \frac{Kg}{cm^2}$

Por lo que:

$$Sx = \frac{M}{Fb}$$

$$Sx = \frac{1088.64 Kg * cm}{1\,669,8 \frac{Kg}{cm^2}}$$

$$Sx = 0.652 cm^3$$

En base al Módulo de Sección (Sx) se procede a validar el Tubo seleccionado anteriormente, el mismo que tiene las siguientes características.

Tubo Estructural Cuadrado ASTM A-500

- h = 40x2 mm
- Área Ag = 2,94 cm²
- Sx = 1,54 cm³

A continuación, se procede a comprobar la validez del tubo seleccionado, con el cálculo de la carga, momento máximo y el módulo de sección del perfil.

$$q = 0.42 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} + 2,41 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.444 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

$$M = \frac{0,444 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} \times (72 \text{ cm})^2}{2} = 1151,107 \text{ Kg} * \text{cm}$$

$$S_{\text{req.}} = \frac{M}{F_b} = \frac{1151,107 \text{ Kg} * \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0.69 \text{ cm}^3$$

$$0.69 \text{ cm}^3 < 1,54 \text{ cm}^3$$

$$S_{\text{req.}} < S_{\text{Tabl.}}$$

Como se puede diferenciar que el Módulo de Sección que se requiere es menor que el proporcionado por las Tablas se puede decir que el Tubo Cuadrado seleccionado es el Correcto.

3.3.11.3 Selección del Material de la Viga Media Transversal.

La selección del Material se da en base a los siguientes datos:

- Peso = 30 *Kgf*
- Longitud de la viga es 400 mm = 40 cm.
- Carga Distribuida: $q = 0,833 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$
- Límite de fluencia de Acero ASTM A36, $F_y = 2\,530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

$$q = 0,833 \text{ Kg/cm}$$

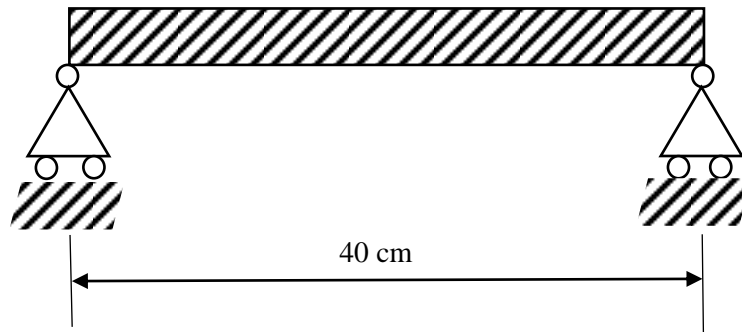


Figura 37: Distribución de cargas en la viga media
Fuente: Autor

Para seleccionar el material más apropiado de la viga media transversal como se indica en la figura 37, se da en base a los siguientes datos:

Donde:

M = Momento (Kg*cm)

q = Carga Distribuida: $q = 0,833 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$

L = Longitud de la Placa: 40 cm

Por lo que:

$$M = \frac{0.833 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} \times (40 \text{ cm})^2}{2} = 666,4 \text{ Kg} * \text{cm}$$

Donde:

Fb = Esfuerzo Permisible ($\frac{\text{Klb}}{\text{pul}^2}, \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$):

Fy = Límite de Fluencia: $2\ 530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

Por lo que:

$$Fb = 0,66 Fy = 0,66 \times 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Donde:

$S_x = \text{Módulo de Sección Requerido (cm}^3\text{)}$

$M = \text{Momento } 1088.64 \text{ Kg} * \text{cm}$

$F_b = \text{Esfuerzo Permisible} = 1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

Por lo que:

$$S_x = \frac{666,4 \text{ Kg} * \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0.40 \text{ cm}^3$$

En base al Módulo de Sección (S_x) se procede a validar el Tubo seleccionado anteriormente en la tabla 105, el mismo que tiene las siguientes características.

Tubo Estructural Cuadrado ASTM A-500

- $h = 40 \times 2 \text{ mm}$
- Área $A_g = 2,94 \text{ cm}^2$
- $S_x = 1,54 \text{ cm}^3$

A continuación, se procede a comprobar la validez del tubo seleccionado.

$$q = 0.40 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} + 2,41 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.4241 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

$$M = \frac{0,4241 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} \times (40 \text{ cm})^2}{2} = 339.28 \text{ Kg} * \text{cm}$$

$$S_{\text{req.}} = \frac{M}{F_b} = \frac{339.28 \text{ Kg} * \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0.2032 \text{ cm}^3$$

$$S_{\text{req.}} < S_{\text{Tabl.}}$$

$$0.2032 \text{ cm}^3 < 1,54 \text{ cm}^3$$

Como se puede diferenciar que el Módulo de Sección que se requiere es menor que el proporcionado por las Tablas se puede decir que el Tubo Cuadrado seleccionado es el Correcto.

3.3.11.4 Selección del Material de la Viga Inferior Transversal.

La selección del Material se da en base a los siguientes datos:

- Peso = 30 *Kgf*
- Longitud de la viga es 520 mm = 52 cm.
- Carga Distribuida: $q = 0,577 \frac{Kg}{cm}$
- Límite de fluencia de Acero ASTM A36, $F_y = 2\,530 \frac{Kg}{cm^2}$

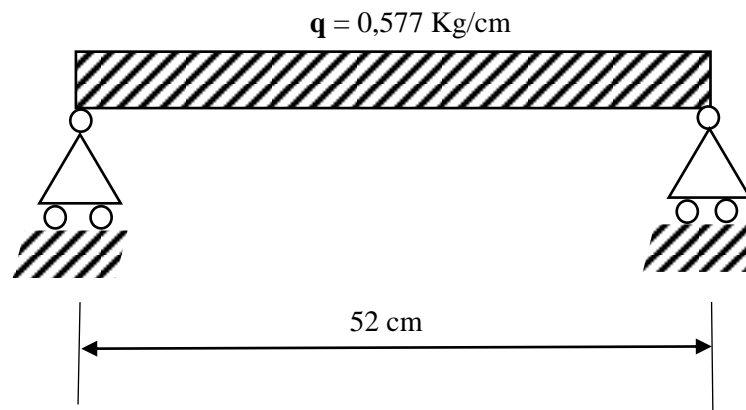


Figura 38: Distribución de cargas en la viga inferior
Fuente: Autor

Para seleccionar el material más apropiado se utilizan las siguientes ecuaciones:

Donde:

M = Momento ($\text{Kg} \cdot \text{cm}$):

q = Carga Distribuida: $q = 0,577 \frac{Kg}{cm}$

L = Longitud de la Placa: 52 cm

Por lo que:

$$M = \frac{0,577 \frac{Kg}{cm} \times (52 \text{ cm})^2}{2} = 780,104 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

Donde:

Fb = Esfuerzo Permisible ($\frac{Klb}{pulg^2}, \frac{Kg}{cm^2}$):

Fy = Límite de Fluencia: $2\,530 \frac{Kg}{cm^2}$

Por lo que:

$$Fb = 0,66 Fy$$

$$Fb = 0,66 \times 2530 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$Fb = 1669,8 \frac{Kg}{cm^2}$$

Donde:

Sx = Módulo de Sección Requerido (cm^3)

M = Momento $1088.64 Kg * cm$

Fb = Esfuerzo Permisible = $1669,8 \frac{Kg}{cm^2}$

Por lo que:

$$Sx = \frac{780.104 Kg * cm}{1\,669,8 \frac{Kg}{cm^2}}$$

$$Sx = 0.467 cm^3$$

En base al Módulo de Sección (Sx) se procede a validar el Tubo seleccionado de la tabla 105, el mismo que tiene las siguientes características.

Tubo Estructural Cuadrado ASTM A-500

- h = 40x2 mm
- Área Ag=2,94 cm²
- Sx = 1,54 cm³

A continuación, se procede a comprobar la validez del tubo seleccionado.

$$q = 0.577 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} + 2,41 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.6011 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

$$M = \frac{0,6011 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} \times (52 \text{ cm})^2}{2} = 812,7 \text{ Kg} * \text{cm}$$

$$S_{\text{req.}} = \frac{M}{F_b} = \frac{812,7 \text{ Kg} - \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0.49 \text{ cm}^3 < 1,54 \text{ cm}^3$$

$$S_{\text{req.}} < S_{\text{Tabl.}}$$

Como se puede diferenciar que el Módulo de Sección que se requiere es menor que el proporcionado por las Tablas se puede decir que el Tubo Cuadrado seleccionado es el Correcto.

Resultado: Perfil Seleccionado es el tubo Cuadrado de 40 x 40 x 2 mm.

3.3.11.5 Selección del material de la columna Frontal

Una vez obtenido el material a utilizar para la viga superior, se procede a seleccionar el material para la columna frontal.

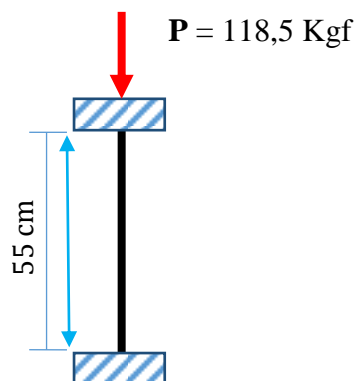


Figura 39: Diagrama de la columna frontal.

Fuente: Autor

Para seleccionar el material a utilizar de la columna indicada se tiene los siguientes datos:

La carga de la viga superior se obtiene de la siguiente manera:

- Carga del Brócoli = 30 Kg
- Carga de la Bandeja = 18.5 Kg
- Peso de una Persona Promedio = 70 Kg

Carga Total = 118,5 Kg

- Longitud de las columnas de la estructura es de 1100 mm
- Límite de fluencia $F_y = 2530 \frac{Kg}{cm^2}$, por lo que se seleccionó el acero ASTM A36.

Se debe notar que la estructura se encuentra empotrada empotrada por lo que se designa un factor de $k = 0,65$, según el caso (a) de la figura 40 a continuación.

Las líneas punteadas muestran la forma pandeada de la columna	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Símbolos para las condiciones de extremo	Rotación y traslación impedidas Rotación libre y traslación impedida Rotación impedida y traslación libre Rotación y traslación libres					

Figura 40: Valores de las longitudes efectivas de las columnas.

Fuente: McCormac, 2012.

Con una relación de esbeltez $\frac{KL}{r} = 50$, se determinó que $F_a = 18,350 \text{ kpsi} = 1290.11 \frac{Kg}{cm^2}$, determinado en la Tabla 106 de Esfuerzos permisibles $F_y = 36 \text{ kpsi}$, del Manual ASD, 2010.

Tabla 109: Esfuerzos permisibles de columnas ($F_y = 36$ kpsi).

$\frac{KL}{r}$ ratio		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Fa	21,560	21,520	21,480	21,440	21,390	21,350	21,300	21,250	21,210
10	21,160	21,100	21,050	21,000	20,950	20,890	20,830	20,780	20,720	20,660
20	20,600	20,540	20,480	20,410	20,350	20,280	20,220	20,150	20,080	20,010
30	19,940	19,870	19,800	19,730	19,650	19,580	19,500	19,420	19,350	19,270
40	19,190	19,110	19,030	18,950	18,860	18,780	18,700	18,610	18,530	18,440
50	18,350	18,260	18,170	18,080	17,990	17,900	17,810	17,710	17,620	17,530
60	17,430	17,330	17,240	17,140	17,040	16,940	16,840	16,740	16,640	16,530
70	16,430	16,330	16,220	16,120	16,010	15,900	15,790	15,690	15,580	15,470
80	15,360	15,240	15,120	15,020	14,900	14,790	14,670	14,560	14,440	14,320
90	14,200	14,090	13,970	13,840	13,720	13,600	13,480	13,350	13,230	13,100
100	12,980	12,850	12,720	12,590	12,470	12,330	12,200	12,070	11,940	11,810
110	11,670	11,540	11,400	11,260	11,130	10,990	10,850	10,710	10,570	10,430
120	10,280	10,140	9,990	9,850	9,700	9,550	9,410	9,260	9,110	8,970

Fuente: Manual ASD, 2010, pág. 488.

Se procedió a seleccionar el perfil con los datos propuestos inicialmente.

$$F_a = 1290.11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Para calcular el área de la sección del perfil procedemos de la siguiente manera:

$$A = \frac{P}{F_a} \quad \text{Ec. 3. .6}$$

Donde:

- A = Área de la sección del perfil, cm^2 .
- P = Carga Total – columna, Kg.
- F_a = esfuerzo permisible, Kg/cm^2 .

$$A = \frac{118,5 \text{ Kg}}{1290.11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0,09 \text{ cm}^2$$

En base al Área (A_g) se procede a validar el Tubo seleccionado en el catálogo de la tabla 105, el mismo que tiene las siguientes características.

Tuboestructural Cuadrado ASTM A-500

$$h = 40 \times 2 \text{ mm}$$

$$\text{Área } A_g = 2,94 \text{ cm}^2$$

$$r = 3.46 \text{ cm}$$

A continuación, se procedió a verificar la validez del Tubo Cuadrado seleccionado:

Verificación:

Se procede a calcular la relación de esbeltez para seleccionar el esfuerzo permisible de la columna el mismo que se determinó de la siguiente manera:

$$\frac{KL}{r} = \frac{0,65 \times 1100 \text{ mm}}{34.6 \text{ mm}} = 20.66 \approx 21$$

En donde de la tabla 106 de Esfuerzos Permisibles $F_a = 20,54 \text{ kpsi} = 1444,1 \text{ Kg/cm}^2$, se calculó la carga requerida despejando P

$$P_{\text{calculado}} = F_a \times A$$

$$P_{\text{calculado}} = 1444,1 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * 2.94 \text{cm}^2 = 4245,65 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{calculado}} > P_{\text{requerido}}$$

$$4245,65 \text{ Kgf} > 118,5 \text{ Kgf}$$

Se procedió a verificar la validez del Tubo seleccionado.

Se verifico que el Tubo estructural cuadrado 40x40x2mm ASTM A-500, mediante las verificaciones correspondientes, soportara las cargas establecidas.

3.3.11.6 Selección del material de la columna media

Una vez obtenido el material a utilizar para la viga superior, se procede a seleccionar el material para las columnas.

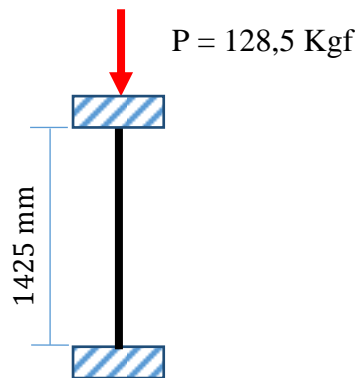


Figura 41: Diagrama de la columna media.
Fuente: Autor

Para seleccionar el material a utilizar de la columna indicada se tiene los siguientes datos:

La carga de la viga superior se obtiene de la siguiente manera:

- Carga del brócoli = 30 Kg
- Carga de la Bandeja = 18.5 Kg
- Peso de una Persona Promedio = 70 Kg
- Carga de las vigas = 10 Kg

Carga Total = $128,5 \text{ Kg}$

- Longitud de las columnas de la estructura es de 1425 mm
- Límite de fluencia $F_y = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, por lo que se seleccionó el acero ASTM A36.

Se debe notar que la estructura se encuentra empotrada por lo que se designa un factor de $k = 0,65$

Con una relación de esbeltez $\frac{KL}{r} = 50$, se determinó que $F_a = 18,350 \text{ kpsi} = 1290.11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$.

Se procedió a seleccionar el perfil con los datos propuestos inicialmente.

$$F_a = 1290.11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Para calcular el área de la sección del perfil procedemos de la siguiente manera:

$$A = \frac{P}{F_a}$$

Donde:

- $A =$ Área de la sección del perfil, cm^2 .
- $P =$ Carga Total – columna, Kg.
- $F_a =$ esfuerzo permisible, Kg/cm^2 .

$$A = \frac{128,5 \text{ Kg}}{1290.11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0,1 \text{ cm}^2$$

En base al Área (A_g) se procede a validar el Tubo seleccionado anteriormente en el catálogo de DIPAC de la tabla 105, el mismo que tiene las siguientes características.

Tubo estructural Cuadrado ASTM A-500

- $h = 40 \times 2 \text{ mm}$
- Área $A_g = 2,94 \text{ cm}^2$
- $r = 3.46 \text{ cm}$

A continuación, se procedió a verificar la validez del Tubo Cuadrado seleccionado:

Verificación:

Se procede a calcular la relación de esbeltez para seleccionar el esfuerzo permisible de la columna el mismo que se determinó de la siguiente manera:

$$\frac{KL}{r} = \frac{0,65 \times 1425 \text{ mm}}{34.6 \text{ mm}} = 26.7 \approx 27$$

En donde de la tabla 106 de Esfuerzos Permisibles $F_a = 20,15 \text{ Kpsi} = 1416,7 \text{ Kg/cm}^2$, se calculó la carga requerida despejando P

$$P_{\text{calculado}} = F_a \times A$$

$$P_{\text{calculado}} = 1416,7 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * 2.94 \text{cm}^2 = 4165,098 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{calculado}} > P_{\text{requerido}}$$

$$4165,098 \text{ Kgf} > 128,5 \text{ Kgf}$$

Se verifico que el Tubo seleccionado es el correcto.

3.3.11.7 Selección del material de la columna posterior

Una vez obtenido el material a utilizar para la viga superior, se procede a seleccionar el material para las columnas.

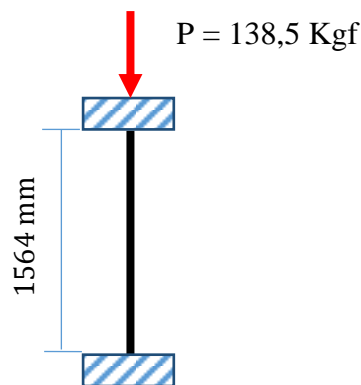


Figura 42: Diagrama de la columna posterior.

Fuente: Autor

Para seleccionar el material a utilizar de la columna indicada se tiene los siguientes datos:

La carga de la viga superior se obtiene de la siguiente manera:

- Carga del brócoli = 30 Kg
- Carga de la Bandeja = 18.5 Kg
- Peso de una Persona Promedio = 70 Kg
- Carga de las vigas = 20 Kg

Carga Total = 138,5 Kg

- Longitud de las columnas de la estructura es de 1564 mm
- Límite de fluencia $F_y = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, por lo que se seleccionó el acero ASTM A36.

Se debe notar que la estructura se encuentra empotrada por lo que se designa un factor de $k = 0,65$

Con una relación de esbeltez $\frac{KL}{r} = 50$, se determinó que $F_a = 18,350 \text{ kpsi} = 1290.11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$.

Se procedió a seleccionar el perfil con los datos propuestos inicialmente.

$$F_a = 1290.11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Para calcular el área de la sección del perfil procedemos de la siguiente manera:

$$A = \frac{P}{F_a}$$

Donde:

- $A =$ Área de la sección del perfil, cm^2 .
- $P =$ Carga Total – columna, Kg.
- $F_a =$ esfuerzo permisible, Kg/cm^2 .

$$A = \frac{138,5 \text{ Kg}}{1290.11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 1,07 \text{ cm}^2$$

En base al Área (A_g) se procede a validar el Tubo seleccionado anteriormente como se indica en la tabla 105, el mismo que tiene las siguientes características.

Tubo estructural Cuadrado ASTM A-500

- $h = 40 \times 2 \text{ mm}$
- Área $A_g = 2,94 \text{ cm}^2$
- $r = 3.46 \text{ cm}$

A continuación, se procedió a verificar la validez del Tubo Cuadrado seleccionado:

Se procede a calcular la relación de esbeltez para seleccionar el esfuerzo permisible de la columna el mismo que se determinó de la siguiente manera:

$$\frac{KL}{r} = \frac{0,65 \times 1564 \text{ mm}}{34,6 \text{ mm}} = 29$$

En donde de la tabla de Esfuerzos Permisibles $F_a = 20,01 \text{ Kpsi} = 1406,8 \text{ Kg/cm}^2$, se calculó la carga requerida despejando P

$$P_{\text{calculado}} = F_a \times A$$

$$P_{\text{calculado}} = 1406,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * 2,94 \text{cm}^2 = 4135,99 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{calculado}} > P_{\text{requerido}}$$

$$4135,99 \text{ Kgf} > 138,5 \text{ Kgf}$$

Se procedió a verificar la validez del Tubo seleccionado es el **tubo estructural Cuadrado 40 x 40 x 2mm ASTM -500**.

3.3.12 Procedimiento para la prevención de Riesgos Ergonómicos Posturas Forzadas y Movimientos Repetitivos.

Tabla 110: Plan de prevención de riesgos posturas forzadas y movimientos repetitivos.

	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA</p>	
<p>PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Posturas Forzadas y Movimientos Repetitivos</p>		
<p>Objetivo: El presente plan de prevención de riesgos ergonómicos tiene como objetivo controlar las actividades de trabajo y los riesgos ergonómicos presentes en las actividades productivas del área de clasificación de brócoli de la empresa.</p>		

Alcance:

La aplicación del presente plan de prevención involucra al personal operativo del área de clasificación de brócoli de la empresa. [29]

Base legal:

Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo. Decisión 584.- Art. 4, Lit.i.

Reglamento del Instrumento Andino de seguridad y salud en el Trabajo. Resol. 957 CAN. Cap. Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.- Art. 1, Lit. d.5.

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. D.E. 2393, Art. 11.- OBLIGACIONES DE LOSEMPLEADORES.

Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. C.D. 390, Cap. I,

Generalidades sobre el seguro de riesgos del trabajo.- Art. 3, Lit. b.

Trabajadores, según D.E. 2393, Art. 13:

Definiciones

Peligro: Fuente o situación con un potencial dañino en términos de herida a la persona o enfermedad, daño a la propiedad, daño al ambiente de trabajo, o a una combinación de éstos. [29]

Riesgo laboral: Probabilidad de que la exposición a un factor ambiental peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión. [29]

Enfermedad profesional: Una enfermedad contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral. [29]

Accidente de trabajo: Es accidente de trabajo todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del

empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera del lugar y horas de trabajo. [29]

Identificación de peligro: Proceso por el cual se detecta que un peligro existe y definir sus características.

Evaluación de riesgos: Proceso general de estimación de la magnitud de riesgo y decidir si el riesgo es tolerable o no.

Medidas de prevención: Las acciones que se adoptan con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo, dirigidas a proteger la salud de los trabajadores contra aquellas condiciones de trabajo que generan daños que sean consecuencia, guarden relación o sobrevengan durante el cumplimiento de sus labores, medidas cuya implementación constituye una obligación y deber de parte de los empleadores. [29]

Salud Ocupacional: Rama de la Salud Pública que tiene como finalidad promover y mantener el mayor grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones; prevenir todo daño a la salud causado por las condiciones de trabajo y por los factores de riesgo; y adecuar el trabajo al trabajador, atendiendo a sus aptitudes y capacidades. [29]

Ergonomía: La ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). [29]

Datos de la organización del trabajo:

Personal: 41 trabajadoras, 1 administrativo, cargo: Coordinador del Área de clasificación de brócoli.

Horario de trabajo: 7h00 a 17h00.

Puestos de trabajo:

- Peladoras de brócoli
- Personal de calidad
- Distribuidores del Brócoli.
- Recolector de brócoli.

Desarrollo de actividades

Identificación del peligro: Todos los puestos de trabajo del área de clasificación de brócoli serán analizados a través de:

- Aplicación de la matriz de riesgos del Ministerio de Relaciones Laborales.

Medición de riesgos ergonómicos: Una vez identificados los riesgos se procederá a la medición, para lo cual se utilizarán los siguientes métodos:

- Método RULA
- Método NIOSH
- Método OCRA

Evaluación de los riesgos ergonómicos: Teniendo los resultados de las mediciones, cada método indicará el nivel de riesgo y la categoría, con ésta información se priorizará los controles de los riesgos que den resultado importante o intolerable. [29]

Control de los factores de riesgo ergonómicos: Para intervenir un problema mediante acciones ergonómicas, podemos usar dos tipos de acciones de control: controles administrativos y controles de ingeniería. [29]

Ejecución de Controles:

Control administrativo: El control administrativo se enmarca en cambios dentro de la organización del trabajo como pausas programadas, mejoramiento de técnicas de trabajo, acondicionamiento físico para la respuesta en el trabajo. [29]

Factor de riesgo ergonómico a controlar:

- Levantamiento manual de carga
- Posición forzada
- Movimiento repetitivo

Técnica de control: En el trabajador:

- Capacitación al personal (D.E. 2393, Art. 9)

Control:

- Organización del trabajo respecto a descansos programados.

Procedimiento de descansos programados: Pausas activas

El cansancio se lo puede definir como un fenómeno que aparece en el hombre por causa de la actividad desarrollada y que lo lleva a una disminución de su rendimiento, dicho fenómeno desaparece luego de un período de descanso o recuperación biológica. [29]

Objetivo: Ejecutar descansos programados que permitan la distensión del sistema musculoesquelético para prevenir enfermedades profesionales. [29]

Alcance: Este procedimiento abarca a las 43 trabajadoras del área de clasificación de brócoli.

Marco Legal: Decreto ejecutivo 2393.

Responsabilidades: Jefe de área: Revisar y aprobar el presente documento.

Trabajadores: Participar de manera activa en la ejecución del presente documento.

Lugar: Parte externa de la empresa PRO-FLORET.

Horario: Primera pausa: 09h00; Segunda pausa: 12h00

Duración: 10 a 15 min


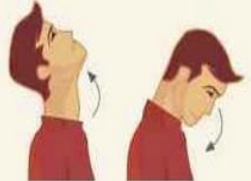
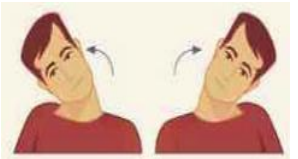





Técnica de control: en la persona, capacitación al personal (D.E. 2393, art. 9).



Proceso: Se retiran los equipos de protección personal y se dirigen a la parte externa de la empresa para iniciar la rutina.

Número de repeticiones: Cada ejercicio del ciclo que se detalla a continuación de manera secuencial se la realizará 5 veces.

Área: cuerpo total

1		Gire su cabeza		Luego lleve su
---	--	----------------	--	----------------

		<p>a la derecha y a la izquierda por 10 ocasiones.</p>		<p>cabeza hacia adelante y hacia atrás alternadamente por 10 ocasiones.</p>
2		<p>Incline su cabeza a la derecha y a la izquierda alternadamente por 10 ocasiones.</p>		<p>Realice una rotación de su cabeza en cada sentido por 10 ocasiones.</p>
3		<p>Incline su tronco hacia la derecha y hacia la izquierda alternadamente por 10 ocasiones.</p>		<p>Incline su tronco hacia adelante y hacia atrás alternadamente por 10 ocasiones.</p>
4		<p>Intente tocar sus dedos por detrás de la espalda cambiando de posición las manos alternadamente por 10 ocasiones.</p>		<p>Estires sus brazos hacia arriba por 10 ocasiones.</p>

5		<p>Cierre sus manos y luego estire los dedos alternadament e por 10 ocasiones.</p>		<p>Rote sus manos hacia afuera y luego hacia adentro alternadament e por 10 ocasiones.</p>
---	---	--	--	--

Fuente: Autor

Una vez finalizado el ciclo, vuelven a realizar sus labores diarias.

Beneficios que se espera:



Fisiológicos: Aumentar circulación sanguínea, mejorar la flexibilidad, disminuir inflamación y tensión y adaptación al puesto de trabajo. [29]

Sociales: Mejorar el contacto personal, promover la integración social y sentido de grupo, obteniendo así una mejora en las relaciones laborales.[29]

Psicológicos: Cambio de rutina, mejorar la autoestima y la capacidad de concentración. [29]

3.3.13 Procedimiento de levantamiento seguro de cargas.

Tabla 111: Plan de prevención de riesgos Manipulación manual de cargas.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA</p> 												
PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Manipulación Manual de Cargas												
<p>Objetivo: Desarrollar un procedimiento que permita entrenar al personal en el manejo seguro de cargas para evitar la incidencia de las alteraciones de la salud que afectan la espalda. [29]</p> <p>Alcance: Este procedimiento abarca a los 41 trabajadores del área de clasificación de brócoli. [29]</p> <p>Marco Legal: Decreto ejecutivo 2393, Cap. V, Art. 128:</p> <ol style="list-style-type: none">1. El transporte o manejo de materiales en lo posible deberá ser mecanizado, utilizando para el efecto elementos como carretillas, vagonetas, elevadores, transportadores de bandas, grúas, montacargas y similares.2. Los trabajadores encargados de la manipulación de carga de materiales, deberán ser instruidos sobre la forma adecuada para efectuar las citadas operaciones con seguridad.3. Cuando se levanten o conduzcan objetos pesados por dos o más trabajadores, la operación será dirigida por una sola persona, a fin de asegurar la unidad de acción.4. El peso máximo de la carga que puede soportar un trabajador será el que se expresa en la tabla siguiente: <table><tr><td>Varones hasta 16 años.....</td><td>35 libras</td></tr><tr><td>Mujeres hasta 18 años.....</td><td>20 libras</td></tr><tr><td>Varones de 16 a 18 años.....</td><td>50 libras</td></tr><tr><td>Mujeres de 18 a 21 años.....</td><td>25 libras</td></tr><tr><td>Mujeres de 21 años o más.....</td><td>50 libras</td></tr><tr><td>Varones de más de 18 años.....</td><td>Hasta 175 libras.</td></tr></table>	Varones hasta 16 años.....	35 libras	Mujeres hasta 18 años.....	20 libras	Varones de 16 a 18 años.....	50 libras	Mujeres de 18 a 21 años.....	25 libras	Mujeres de 21 años o más.....	50 libras	Varones de más de 18 años.....	Hasta 175 libras.
Varones hasta 16 años.....	35 libras											
Mujeres hasta 18 años.....	20 libras											
Varones de 16 a 18 años.....	50 libras											
Mujeres de 18 a 21 años.....	25 libras											
Mujeres de 21 años o más.....	50 libras											
Varones de más de 18 años.....	Hasta 175 libras.											

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

5. Los operarios destinados a trabajos de manipulación irán provistos de las prendas de protección personal apropiadas a los riesgos que estén expuestos.”

Responsables: Jefe de Área:

Trabajadores:

Participar de manera activa en el entrenamiento y su respectiva evaluación.

Horario: A todo el personal se le entrenará al final de la jornada laboral durante un mes.

Lugar: Parte externa del proceso.

Técnica de control:

En el medio, como actividad previa al levantar las gavetas de brócoli.

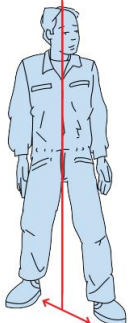

En la persona, capacitación al personal (D.E. 2393, Art. 9) y Uso de EPP (D.E. 2393, Art. 175).

Proceso:

Examinar la carga antes de manipularla: localizar zonas que pueden resultar fáciles para el agarre y manipulación. [29]

Seguir 5 reglas en el momento de levantar una carga

5 Reglas levantamiento de carga

PASOS	PROCEDIMIENTO	FIGURA
1	Separar los pies hasta conseguir una postura estable, se recomienda 50 cm, colocando un pie más adelantado que el otro.	 

- 2 Dobra las piernas manteniendo la espalda derecha. No flexiones demasiado las rodillas. Levántate suavemente, por extensión de las piernas.



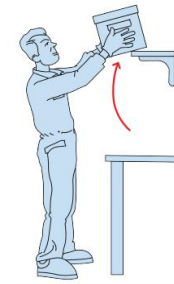
- 3 Sujeta firmemente la carga empleando ambas manos. Utiliza un agarre seguro.



- 4 No gires el tronco ni adoptes posturas forzadas. Procura no efectuar giros. Es preferible mover los pies para adoptar la posición adecuada.



- 5 Si el levantamiento es desde el suelo hasta la altura de los hombros o más, apoya la carga a medio camino para poder cambiar el agarre.



Fuente: Autor

Manejar una carga entre dos personas siempre que el peso sea mayor a 30 kg y cuando el objeto sea muy largo y una sola persona no pueda trasladarlo de forma estable. [29]

Situar la carga en el lugar más favorable para la persona que tiene que manipularla, de manera que la carga esté cerca de ella, enfrente y a la altura de la cadera.

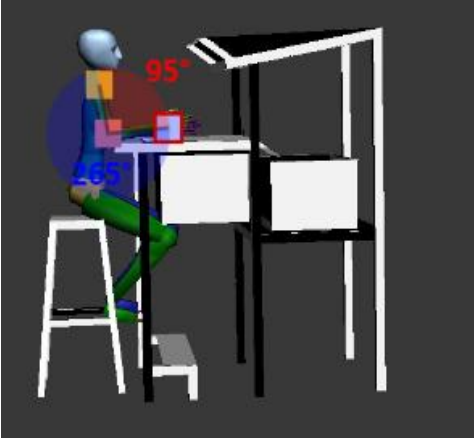
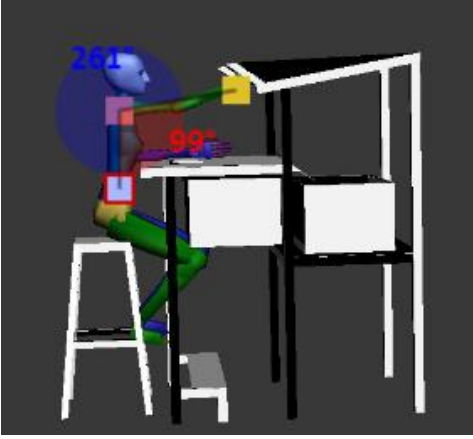
Utilizar ayudas mecánicas, siempre que sea posible. En los alcances a distancias importantes se pueden usar ganchos o varas. La hiperextensión del tronco se evita colocando escaleras o tarimas.[29]

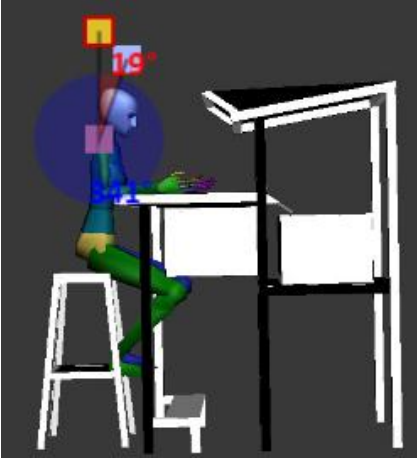
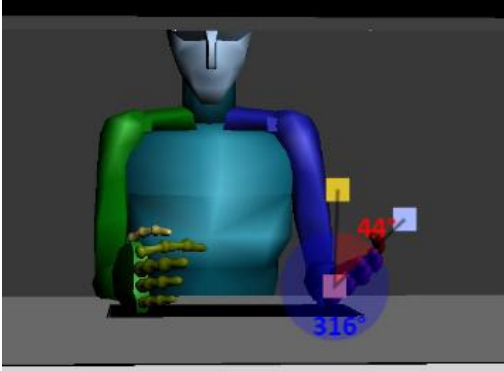
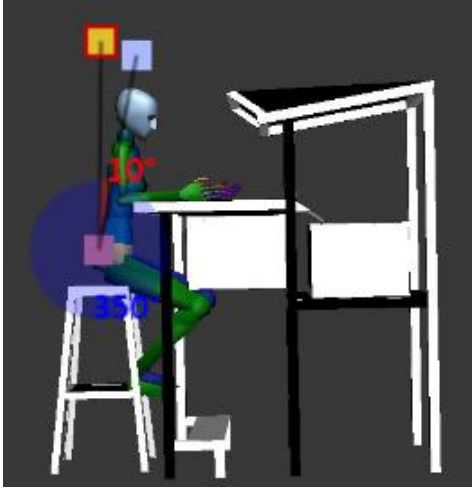
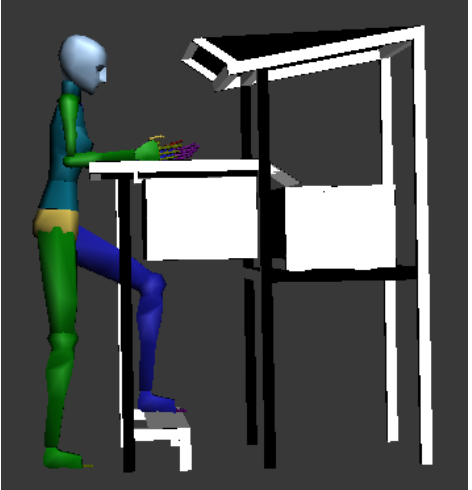
Transportar la carga a la altura de la cadera y lo más cerca posible del cuerpo.

Si el transporte se realiza con un solo brazo, se deberán evitar inclinaciones laterales de la columna. [29]

Evitar los trabajos que se realizan de forma continuada en una misma postura. Se debe alternar las tareas y la realización de pausas, que se establecerán en función de cada persona y del esfuerzo que exija el puesto de trabajo.[29]

Tabla 112: Resumen de la reevaluación de riesgos en el puesto de trabajo Floreteo de brócoli.

POSTURAS FORZADAS	
NIVEL RIESGO	PUNTUACIÓN RULA
2 - BAJO	4
POSICIONES	
	
Inclinación del Brazo Extensión >20°	Flexión del Antebrazo 60° y 100°

 <p>Flexión del cuello $<20^\circ$</p>	 <p>Posición neutra Mano izquierda</p> <p>Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $<15^\circ$</p>
 <p>Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$</p>	 <p>Sentado, con piernas y pies bien apoyados</p>
<p>CORRECCION</p>	<p>La estación de trabajo ergonómica ayuda a mejorar la posiciones en la trabajadoras por ende disminuye los ángulos de movimientos.</p>

Fuente: Autor

Para la reevaluación del puesto de trabajo se aplicó el software libre 3D Estudio MAX para simular una persona (viped) realizando su actividad laboral en el puesto de trabajo diseñado y así medir los ángulos de los segmentos corporales de la persona (viped) según el método RULA.

Una vez realizado la reevaluación del factor de riesgo por posturas forzadas, muestra una disminución razonable de un nivel de riesgo alto de 6 a un nivel de riesgo bajo de 4 en el nivel de riesgo del método RULA, gracias a la aplicación del diseño de un puesto de trabajo, el estrés y el cansancio por posturas forzadas bajaran en las trabajadoras del área de floreteo.

3.4 Presupuesto de la Investigación.

Tabla 110: Presupuesto de la investigación.

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Plancha de acero Inoxidable 1220 x 2440 x 3 mm AISI 304	1	\$ 296,81	\$ 296,81
Angulo "L" Acero Inoxidable 25 x 3 mm AISI 304	1	\$ 8,26	\$ 8,26
Tubo estructural cuadrado 40 x 40 x 2 mm ASTM - 500	2	\$ 17,50	\$ 35,00
Mano de obra (Mecánico)	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Transporte		\$ 50,00	\$ 50,00
Alquiler de Anemómetro Medir la temperatura, Velocidad del aire y Humedad relativa.	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Alquiler del Equipo Medidor WBGT medidor de estrés térmico Heat Stress HT30	1	\$ 500,00	\$ 500,00
Cámara Fotográfica	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Empastados	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Norma UNE-EN ISO 7730/2006	1	\$ 170,00	\$ 170,00
Impresiones	300	\$ 0,2	\$ 60,00
10% de Imprevistos			\$ 154,507
TOTAL			\$ 1699,57

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se identificaron los factores de riesgo ergonómico en los puestos de trabajo: floreteo, suministro de producto, pesaje y almacenamiento, los cuales se encuentran en el anexo 11, llegando a establecer que existen tareas que pueden originar posibles afecciones a la salud, como: manipulación manual de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos.
- Al realizar la evaluación de movimientos repetitivos se realizó por miembros separados lado derecho y lado izquierdo, en donde el índice CheckList OCRA resulto de 23,587 que es un valor alto para el lado derecho como se indica en tabla 58, en cambio en lado izquierdo se obtuvo un índice de 14,8 que es un valor medio esto se indica en la tabla 59, que la mayor parte de trabajo lo realiza la mano derecha, por lo cual que hay que realizar las pausas recomendadas para no contraer alteraciones músculo esqueléticas.
- Se realizó la evaluación del factor de riesgo por posturas forzadas, por miembros separados el cual muestra un nivel de riesgo para el lado derecho de 3 que es moderado y para el lado izquierdo fue de 4 que es un riesgo alto, como se indica en las tablas 86 y 87 respectivamente, debido a las condiciones incomodas de la estación de trabajo, posiciones inadecuadas, sobreesfuerzos, los cuales pueden contraer enfermedades profesionales con el tiempo.
- Al realizar la evaluación del factor de riesgo por la manipulación manual de cargas, aplicando el método NIOSH el índice de levantamiento simple fue de 3,28 el cual es un nivel alto como se indica en la tabla 92, por lo cual necesita una capacitación y un entrenamiento en el puesto de trabajo y así evitar enfermedades relacionadas con la espalda o lesiones.
- En la evaluación del confort térmico se obtuvo como resultado que la sensación térmica, en media mañana, de un grupo de 41 trabajadoras, el Voto

medio estimado (PMV) fue de 0,55, y el porcentaje de personas insatisfechas (PPD) fue de 11,33%, que son valores altos que están fuera de la zona de confort, como se indica en la tabla 99, los cuales producen una sensación térmica poco comfortable.

- Se propusieron medidas de control, que aplicadas de un modo adecuado le darán a la empresa PRO-FLORET, una proyección a disminuir el nivel de riesgo ergonómico.
- Se realizó la reevaluación del factor de riesgo ergonómico posturas forzadas aplicando el método RULA como se indica en la tabla 109 y con el diseño del puesto de trabajo se logró bajar el nivel de riesgo de un nivel alto de 7 a un nivel bajo de 2.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar registros del ausentismo laboral explicando las causas de su inasistencia al trabajo, podría ser por la presencia de dolores musculares que con el tiempo se pueden convertir en una enfermedad profesional.
- Para el factor de riesgo de las posturas forzadas se recomienda construir la estación de trabajo diseñada en esta investigación como se indica en la figura 31, la cual ayudara a mejorar las posturas durante la jornada de trabajo.
- Para el factor de riesgo ergonómico movimientos repetitivos es aconsejable realizar los ejercicios de relajación establecidos en el plan de control con el fin de reducir la tensión acumulada de la actividad en la jornada de trabajo.
- Implementar las medidas de control que se indican en la tabla 110 y la tabla 111 respectivamente para los factores de riesgo, posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas propuestas en esta investigación.
- Definir un plan de capacitación en temas de ergonomía con tendencia a la creación de una cultura postural y de manejo adecuado de cargas.
- Realizar controles periódicos y nuevas evaluaciones ergonómicas con la finalidad de comparar con datos anteriores y así obtener la disminución de los niveles de riesgo.
- La alimentación es un elemento importante en el trabajo, se recomienda la vigilancia de la nutrición con el fin de aportar de manera efectiva sobre el consumo calórico del personal del área teniendo en cuenta que las exigencias físicas del trabajo del área en estudio son altas.
- Capacitar y concienciar al personal, sobre la importancia de trabajar bajo normas y estándares establecidos en el reglamento de seguridad en el trabajo para así llevar una relación de servicio y trabajo entre empleador y empleado.
- Establecer procedimientos seguros de manejo manual de cargas. En el cual se desarrolle el mismo con actividades de fortalecimiento de la región abdominal y lumbar antes de las actividades de descarga y carga manual.

Materiales de Referencia

Bibliografía

- [1] Héctor J. Siza Siza, “Estudio Ergonómico en los puestos de trabajo del área de preparación de material en Cepeda compañía limitada”, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador, 2012.

- [2] Néstor Chimborazo, “Estudio Ergonómico de procesos en el área de pos cosecha y su incidencia en las alteraciones músculo esqueléticas en los trabajadores de la empresa florícola SannaFlowers.”, Universidad Técnica de Ambato, Ambato Ecuador, 2014.

- [3] Cristina Moreno, “Riesgos Ergonómicos Relativos a la manipulación Manual de cargas y a la carga postural. Evaluación y prevención en diferentes puestos de trabajo: envasador, paletizador y operario agrícola.”, Universidad Miguel Hernández de Elche, España, 2016.

- [4] J. Cañada Cle, Ignacio Díaz Olivares, Javier Medina Chamorro, Miguel Ángel Puebla Hernández, José Simón Mata, Manuel Soriano Serrano, (2009), Manual para el profesor de Seguridad y Salud en el trabajo, (1 Edición). Available:<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/FORMACION/manual%20del%20profesor.pdf> [Agosto 16, 2017].

- [5] Mikel Archanco Lorenzo, “Estudio ergonómico de diferentes puestos de trabajo. métodos de estudio.”, Universidad Pública de Navarra, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación, España Pamplona, Noviembre, 2012.

- [6] “Prevención de Riesgos Ergonómicos, CARGA FÍSICA: FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO Y SUS MEDIDAS PREVENTIVAS” Internet:<http://www.croem.es/prevergo/formativo/3.pdf>, [Agosto 16, 2017].

- [7] Sabina Asensio-Cuesta, José A. Diego-Mas, Jorge Alcaide Marzal, “Evaluación de un puesto de trabajo para reducir la incidencia de trastornos músculo-esqueléticos aplicando el método checklistocra”, Internet: http://www.aepro.com/files/congresos/2010madrid/ciip10_2167_2192.2913.pdf, Madrid 2010 [Agosto, 17,2017]
- [8] Enrique Fernando Pérez Vásquez, “Evaluación ergonómica: Manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos y posturas forzadas en el área de eviscerado de una empresa avícola”, Universidad san francisco de quito, Quito, 2013.
- [9] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo “NTP 477Levantamiento manual de cargas: ecuación del NIOSH”(En línea) Disponible en:http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_477.pdf
- [10] El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT),“Posturas Forzadas: Trastornos Musculo esqueléticos”. Internet: <http://www.insht.es/portal/site/MusculoEsqueleticos/menuitem.8423af8d8a1f873a610d8f20e00311a0/?vgnextoid=db80ac0abb6ac210VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=f401802f1bfcb210VgnVCM1000008130110aRCRD> [Agosto 16, 2017].
- [11] Factores ergonómicos : Posturas forzadas Internet: <http://www.elergonomista.com/fe07.htm>[Agosto 16, 2017].
- [12] Chávez Del Valle, Francisco Javier. “Zona Variable de Confort Térmico” Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, Mayo 2002.
- [13] PR Móndeolo, EG Torada, ODP González. (2002). Ergonomía 4 - El trabajo en oficinas. (Edición).[On-line].
: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46522811/Ergonomia_4_-_El_Trabajo_en_Oficinas__Pedro_R._Mondelo.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAI

WOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1503341250&Signature=OMjBcGbV76Qy
tEKRQJUe0WopPQ%3D&response-content-
disposition=inline%3B%20filename%3DErgonomia_4_El_Trabajo_en_Oficinas
_Pedro.pdf [Agosto 21, 2017].

- [14] Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación Del Confort Térmico Con El Método De Fanger. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php>[Agosto 21, 2017]
- [15] Francisco Javier Chávez del Valle. Tesis Doctoral. “Zona Variable de Confort Térmico”, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona España, 2002.
- [16] Organización Internacional de Normalización, "Ergonomía del Ambiente Térmico," in *UNE-ISO 7730*, AENOR, Ed. Madrid, España: AENOR, 2006, ch. 2, p. 58.
- [17] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. “Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Manipulación manual de cargas ”. Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España. 2009. [En línea]. Disponible en: [Accedido: 22-Agosto-2017].
- [18] « Evaluación de Riesgos Laborales ». [En línea]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf. [Accedido: 22-Agosto-2017].
- [19] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo “NTP 629: Movimientos repetitivos: métodos de evaluación Método OCRA: actualización” [En línea]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_629.pdf [Accedido: 22-Agosto-2017].
- [20] « CheckList OCRA para la evaluación de la repetitividad de movimientos ». [En línea]. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php> [Accedido: 25-Agosto-2017].

- [21] « Método GINSHT Guía para el levantamiento de carga del INSHT». [En línea]. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ginsht/ginsht-ayuda.php> [Accedido: 25-Agosto-2017].
- [22] « Ergonutas – La Ergonomía online». [En línea]. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/> [Accedido: 25-Agosto-2017].
- [23] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo “NTP 844: Tareas repetitivas: método Ergo/IBV de evaluación de riesgos ergonómicos” [En línea]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/844%20web.pdf> [Accedido: 22-Agosto-2017].
- [24] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo “NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación” [En línea]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_074.pdf [Accedido: 22-Agosto-2017].
- [25] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo “NTP 323: Determinación del metabolismo energético” [En línea]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf [Accedido: 22-Agosto-2017].
- [26] Azucena del Carmen Carrasco Martínez, “Estudio ergonómico en la estación de trabajo PT0780 de la empresa S-MEX, S.A. de C.V.”, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León Oaxaca, 2010.
- [27] Edgar Marcelo Tamayo Urgilés, “Propuesta de mejoramiento de los procesos de producción y comercialización de una empresa exportadora de brócoli congelado caso: provefrut s.a.”, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito- Ecuador, 2011.

- [28] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo “NTP 387: Evaluación de las condiciones de trabajo”(En línea) Disponible en:http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_387.pdf
- [29] Juana Magaly Sisalema Rea, “Factores de riesgo ergonómico y la salud laboral en el personal del área de remojo y pelambre de la empresa curtiduría tungurahua s.a., de la ciudad de Ambato.”, Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador, 2014.

ANEXOS

Anexo 1: Fundamento Legal

DECISIÓN 584 del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

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.

b) Identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional específicos u otros sistemas similares, basados en mapa de riesgos.

CAPÍTULO IV DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Artículo 18.- Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar. Los derechos de consulta, participación, formación, vigilancia y control de la salud en materia de prevención, forman parte del derecho de los trabajadores a una adecuada protección en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Artículo 19.- Los trabajadores tienen derecho a estar informados sobre los riesgos laborales vinculados a las actividades que realizan. Complementariamente, los empleadores comunicarán las informaciones necesarias a los trabajadores y sus representantes sobre las medidas que se ponen en práctica para salvaguardar la seguridad y salud de los mismos.

RESOLUCION 957 REGLAMENTO DEL INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

CAPÍTULO I GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Artículo 1.-Según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584, los Países Miembros desarrollarán los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para lo cual se podrán tener en cuenta los siguientes aspectos:

b) Gestión técnica: 1. Identificación de factores de riesgo 2. Evaluación de factores de riesgo 3. Control de factores de riesgo 4. Seguimiento de medidas de control.

Anexo 2: Fotos de Medición de Velocidad de Aire y Temperatura.

Foto N°1: Medición la Velocidad del Aire (m/s),



Fuente: Autor

Foto N°2: Medición de los parámetros Ambientales Temperatura de Globo.



Fuente: Autor

Foto N°3:Medición de los parámetros Ambientales Temperatura de Ambiente.



Fuente: Autor

Foto N°4: Medición de los parámetros Ambientales Humedad Relativa.



Fuente: Autor

Anexo 2: Fotos del proceso de Floreteo de brócoli.

Actividad 1: Alcanzar el brócoli.



Actividad 2: Cortar el tallo del brócoli.



Fuente: Autor

Actividad 3: Floretear el brócoli.



Actividad 4: Recoger la gaveta llena.



Fuente: Autor

Anexo 3: Fotos del proceso de Pesaje de Brócoli.

Actividad 1: Recoger la gaveta llena.



Actividad 2: Pesaje del Brócoli.



Fuente:Autor

Actividad 3: Empujar hacia el area de almacenamiento



Actividad 4: Depositar



Fuente:Autor

Anexo 4: Anemómetro PLCOME: Anemómetro Digital de Alta Calidad Mini Digital con Sensor de Presión De Alta Precisión LED de Instrumentos de Medición de la Velocidad Del Viento



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

VICTOR 816 Digital Anemometer

Función:

Características físicas	Velocidad del viento y medición de la temperatura
	Indicación del viento
	Indicador de temperatura en Celsius y grados Fahrenheit
	Diferentes unidades de medición de la velocidad del viento
	Medición de la velocidad de viento: corriente/promedio/max
	Advertencia de baja batería
	LCD luz de fondo
Auto/ Manual Apagado.	

Rango de velocidad del viento				
Unidad	Rango	Resolución	Límite	Exactitud
m/s	0~30	0.1	0.1	
Ft/min	0~5860	19	39	
Nudos	0~55	0.2	0.1	± 5 %

Km/ hr	0~90	0.3	0.3
Mph	0~65	0.2	0.2
Rango De Temperatura			
Unidad	Rango	Resolución	Exactitud
° C	-10° C ~ 45° C	0.2	± 2 °C
° F	14° F ~ 113° F	0.36	± 36 °F
Batería	CR2032 3.0V		
Termómetro	NTC termómetro		
Temperatura de Funcionamiento	-10° C ~ 45° C (14° F ~ 113° F)		
Humedad de Funcionamiento	≤ 90 % RH		
Temperatura de almacenamiento	-40° C ~ 60° C (-40° F ~ 140° F)		
Consumo Actual	Cerca 3mA		
Peso	53 g (con la batería)		

Anexo 5: Medidor de Estrés térmico WBGT Heat Stress Meter Model HT30.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



Características:

Especificaciones Físicas	El índice de estrés térmico mide cuán caliente se siente cuando la humedad es combinado con temperatura, movimiento de aire y calor radiante.
	La temperatura del globo negro (TG) controla los efectos de radiación solar directa sobre una superficie expuesta.
	Temperatura del aire (TA) más Humedad relativa (HR)
	Unidades seleccionables de ° F y ° C
	La función In / Out muestra el valor WBGT con O sin exposición directa al sol
	Apagado automático con anulación
	Interfaz RS-232 incorporada con Windows® opcional
	Software compatible
Completo con dos pilas AAA	

Especificaciones	Rango	Precisión Básica
Temperatura del globo del bulbo húmedo (WBGT)	0 to 50°C (32 to 122°F)	± 2°C / ± 4°F

Temperatura del globo negro (TG)	-30 to 550°C (-22 to 1022°F)	± 2°C / ± 4°F
Temperatura del aire (TA)	0 to 50°C (32 to 122°F)	± 0.6°C / ±1.1°F
Humedad	0 to 100%RH	± 3% RH
Dimensiones	Meter: 254 x 48.7 x 29.4mm Ball: 40mm Diameter, 35mm high)	
Peso	136g	

Anexo 6: Certificado de Calibración.

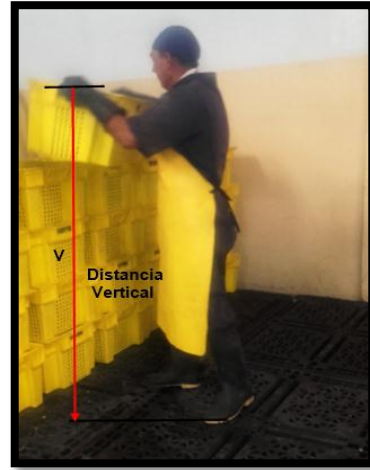
		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Ciudadela Guayaquil, calle 1era m2 21 solar 10 Guayaquil - Ecuador Pbx: 04-2282007 Fax: ext. 403 http://www.elicrom.com mail: ventas@elicrom.com				
CERTIFICADO No:		1464-03-14				
IDENTIFICACION DEL CLIENTE						
EMPRESA:	MANOLO ALEXANDER CORDOVA SUAREZ					
DIRECCION:	JUAN SEVILLA Y TACAMAN 12					
TELEFONO:	0987186794					
IDENTIFICACION DEL EQUIPO						
EQUIPO:	MEDIDOR ESTRÉS TERMICO	UNIDAD DE MEDIDA TEMPERATURA:	°C			
MARCA:	EXTECH	RESOLUCION TEMPERATURA:	0,1			
MODELO/TIPO:	HT30	RANGO TEMPERATURA:	NO ESPECIFICA			
SERIE:	Z 307666	UNIDAD DE MEDIDA HUMEDAD:	%HR			
CÓDIGO CLIENTE:	NO ESPECIFICA	RESOLUCION HUMEDAD:	0,1			
CÓDIGO ASIGNADO EN ELICROM:	EC-2014-2828	RANGO HUMEDAD:	NO ESPECIFICA			
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA					
EQUIPOS UTILIZADOS						
CODIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL
EL.PC.013	TERMOHIGROMETRO PATRON	VAISALA	MI70/HMP768	H4510020/H4950006	14-dic-12	dic-14
EL.PT.039	CAMARA DE ESTABILIDAD	ELICROM	NO APLICA	NO APLICA	15-ago-14	ago-15
EL.PT.059	TERMOHIGRÓMETRO	SPER SCIENTIFIC	800041	11060290-02	22-jul-14	ene-15
CALIBRACIÓN						
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.04					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO ELICROM					
TEMPERATURA MEDIA (°C):	23,7°C					
HUMEDAD MEDIA (%HR)	48,0%					
Descripción	Unidad	Patrón	Equipo	Corrección	Incertidumbre (+/-)	
Humedad	%HR	25,01	25,0	0,0	2,8	
Humedad	%HR	45,01	46,0	-1,0	2,8	
Humedad	%HR	75,02	70,8	4,2	2,9	
Temperatura Interna	°C	20,00	20,0	0,0	5,8	
Temperatura Interna	°C	28,06	27,9	0,2	5,8	
Temperatura de Globo	°C	20,04	19,9	0,1	5,8	
Temperatura de Globo	°C	28,02	27,8	0,2	5,8	
Temperatura bulbo húmedo	°C	9,57	12,3	-2,7	5,8	
Temperatura bulbo húmedo	°C	15,32	19,2	-3,9	5,8	
OBSERVACIONES:						
El cálculo de la incertidumbre expandida se realizó en base a la guía OAE G02 R00, multiplicando la incertidumbre típica por el factor de cobertura (k=2), que para una distribución de t de Student con (Vef =809) grados efectivos de libertad corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA 4/02. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento del ensayo. Los valores obtenidos para las temperaturas de bulbo húmedo y punto de rocío fueron determinadas respectivamente a las temperaturas internas (en ese mismo orden).						
CALIBRACION REALIZADA POR: Ronald Arias						
FECHA CALIBRACION	09-sep-14					
AUTORIZADO POR:	Ing. Sabino Pineda			RECIBIDO POR:		
GERENTE TECNICO				RESPONSABLE - CLIENTE		

Anexo 7: Manipulación manual de cargas ecuación NIOSH (Almacenamiento).

1.- Distancia Horizontal en el destino.



2.- Distancia Vertical en el destino.



Fuente: Autor

3.- Distancia vertical en el origen



4.- Plano sagital grado de asimetría.







Fuente: Autor





Anexo 8: Evaluación Movimientos Repetitivos.

FACTOR DE RECUPERACIÓN	Puntos
Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos en cada hora (incluyendo pausa para comer); o bien, el tiempo de recuperación está dentro del ciclo.	0

FACTOR DE FRECUENCIA			
EXTREMIDAD DERECHA		EXTREMIDAD IZQUIERDA	
Acciones Técnicas <i>Dinámicas</i>	Puntos	Acciones Técnicas <i>Dinámicas</i>	Puntos
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minutos). Se permiten pequeñas pausas.	1	Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minutos). Se permiten pequeñas pausas.	1
Acciones Técnicas <i>Estáticas</i>	Puntos	Acciones Técnicas <i>Estáticas</i>	Puntos
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo del ciclo (o de observación).	4,5	Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo del ciclo (o de observación).	2,5
FACTOR DE FRECUENCIA	4,5	FACTOR DE FRECUENCIA	2,5

FACTOR DE FUERZA (escala de Borg)					
EXTREMIDAD DERECHA			EXTREMIDAD IZQUIERDA		
Intensidad del esfuerzo	BORG		Intensidad del esfuerzo	BORG	
La actividad laboral implica el uso de fuerza de grado moderado (puntaje 3-4 en la escala de Borg) para:	4		La actividad laboral implica el uso de fuerza de grado moderado (puntaje 3-4 en la escala de Borg) para:	3	
Acciones	Tiempo	Valor	Acciones	Tiempo	Valor
Utiliza herramientas	Casi todo el tiempo	8	Presionar o manipular componentes	Más del 10% del tiempo	24
BORG	4	Moderado	BORG	3	Moderado

FACTOR DE POSTURA				
HOMBRO DERECHO		HOMBRO IZQUIERDO		
Movimiento	FLEXIÓN	Movimiento	ABDUCCIÓN	
Criterio		Valor	Criterio	Valor
Los Brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo		12	Los Brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo	
				
CODO DERECHO		CODO IZQUIERDO		
Movimiento	SUPINACIÓN	Movimiento	SUPINACIÓN	
Criterio		Valor	Criterio	Valor
El codo debe realizar amplios movimientos de flexión - extensión o pronación - supinación, movimientos repentinos por todo el tiempo.		8	El codo debe realizar amplios movimientos de flexión - extensión o pronación - supinación, movimientos repentinos por todo el tiempo.	
				
MUÑECA DERECHA		MUÑECA IZQUIERDA		
Movimiento	DESVIACIÓN RADIO ULNAR	Movimiento	EXTENSIÓN	

Criterio		Valor	Criterio		Valor
La muñeca debe doblarse en una posición extrema o adoptar posturas molestas por más de la mitad del tiempo.		4	La muñeca debe doblarse en una posición extrema o adoptar posturas molestas por más de la mitad del tiempo.		4
					
MANO - DEDO DERECHA			MANO- DEDO IZQUIERDA		
Movimiento	PINZA (pulgar un dedo)		Movimiento	PRENSA PALMAR	
Criterio	Valor		Criterio	Valor	
Casi todo el tiempo	8		Por lo menos 1/3 del tiempo	2	
					
ESTEREOTIPO (Extre. Derecha)		Valor	ESTEREOTIPO (Extre. Izquierda)		Valor
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos al menos 2/3 del tiempo (o si el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos y todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores incluso distintas entre ellas)		3	Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos casi todo el tiempo (o si el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos y todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores incluso distintas entre ellas)		1,5
TOTAL Factor postura Lado Derecho		15	Total factor postura lado izquierdo		9,5

FACTOR ADICIONAL			Valor
Físico mecánico	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre estructuras musculosas o tendones (verificar presencia de callosidades, heridas, etc. Sobre la piel).	2	2
Socio organizativos	El ritmo de trabajo no está determinado por máquinas	0	

FACTOR DE DURACIÓN	
Tiempo neto de trabajo repetitivo de la tarea	Factor multiplicativo de duración
301 a 360 min.	0,925

CALCULO DEL INDICE DE EXPOSICION CHECKLIST OCRA					
EXTREMIDAD SUPERIOR DERECHA		23,5875	EXTREMIDAD SUPERIOR IZQUIERDA		15,725
VALOR CHECKLIST	INDICE OCRA	NIVEL DE RIESGO	VALOR CHECKLIST	INDICE OCRA	NIVEL DE RIESGO
14,1 -22,5	4,6 - 9	RIESGO MEDIO	7,6 - 11	2,3 - 3,5	RIESGO MUY LEVE

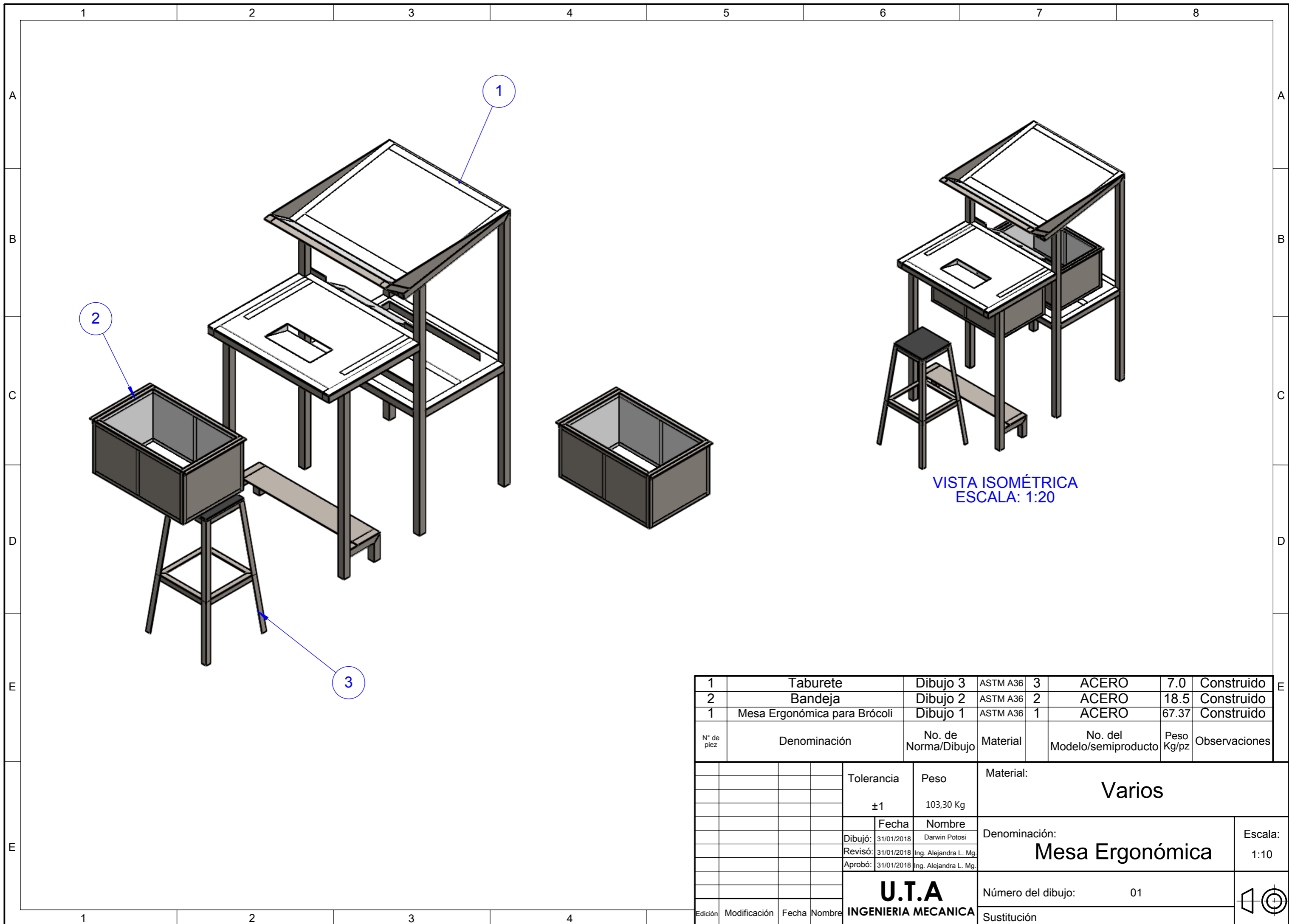
Anexo 9: Registro de mediciones del confort térmico, Área de Corte de Pella de Brócoli.

DATOS DE MEDICION													
Medidas Tomadas													
N° de Medición	Hora	Temperatura Seca (°C)										Σ	Promedio (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	11:09	18,8	18,6	18,7	18,4	18,3	18,6	18,1	17,8	17,7	17,6	182,6	18,26
2	12:00	18,7	18,9	19,1	19,6	19,4	19,5	20,8	20,3	19,9	19,8	196	19,6
3	13:30	19,7	21,1	21	20,9	20,7	21,1	20,5	19,9	19,6	19,3	203,8	20,38
4	14:00	19,3	19,2	19,3	19,5	19,8	19,9	19,8	19,9	20	20,2	196,9	19,69
Temperatura del globo(°C)													
1	11:09	19,8	18,4	18,1	17,8	17,7	17,4	17,6	17,3	16,8	16,9	177,8	17,78
2	12:00	17,1	18,4	18,8	18,6	18,5	18,8	18,7	19,3	18,8	18,6	185,6	18,56
3	13:30	18,6	20,8	21,1	19,9	20,1	19,7	18,9	18,7	18,3	18,1	194,2	19,42
4	14:00	18,4	18,6	18,7	18,5	18,5	18,4	19,8	20,1	20,2	21,2	192,4	19,24
Velocidad del viento(m/s)													
1	11:09	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	1,69	0,169
2	12:00	0,01	0,04	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,01	0,23	0,023
3	13:30	0,78	0,88	0,84	0,66	0,71	0,79	0,74	0,98	1,12	0,95	8,45	0,845
4	14:00	0,2	0,21	0,21	0,16	0,13	0,14	0,15	0,19	0,21	0,26	1,86	0,186
Humedad (%)													
1	11:09	52,9	61,9	63,3	65,9	66,3	61,5	63	70,6	67,8	68,8	642	64,2
2	12:00	68,6	76,1	67,8	68,9	71,9	66,6	64,1	63,7	60,5	62,8	671	67,1
3	13:30	60,3	61,9	61,4	58,3	55,7	52,6	57,3	58,5	61,7	56,5	584,2	58,42
4	14:00	56,5	61,3	55,2	52,7	60,5	54,2	51,5	51,3	51,3	50,9	545,4	54,54

Anexo 10: Registro de mediciones del confort térmico, Área de Pesaje Gavetas de Brócoli.

DATOS DE MEDICION													
Medidas Tomadas													
N° de Medición	Hora	Temperatura Seca (°C)										Σ	Promedio (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	7:30	19	19	20,8	20,8	20,8	20,7	20,7	20,6	20,6	20,6	203,6	20,36
2	10:00	21,3	21,5	21,5	20,8	20,5	19,8	19,8	19,7	19,7	19,6	204,2	20,42
3	12:30	22,4	21,8	21,8	21,7	21,7	21,8	21,8	21,9	21,9	22,3	219,1	21,91
4	15:00	21,7	21,7	21,6	21,6	21,6	21,6	21,7	21,6	21,6	21,6	216,3	21,63
Temperatura del globo(°C)													
1	7:30	21,1	21,1	21,1	21	21	21	20,9	20,9	20,9	20,9	209,9	20,99
2	10:00	18,7	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,8	18,7	18,7	188,3	18,83
3	12:30	21,8	21,9	21,9	22	22	22	22	22,1	22,1	22,2	220	22
4	15:00	22,1	22,1	22,1	22,2	22,1	22,2	22,1	22,2	22,1	22,2	221,4	22,14
Velocidad del viento(m/s)													
1	7:30	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	1,69	0,169
2	10:00	0,01	0,04	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,01	0,23	0,023
3	12:30	0,78	0,88	0,84	0,66	0,71	0,79	0,74	0,98	1,12	0,95	8,45	0,845
4	15:00	0,2	0,21	0,21	0,16	0,13	0,14	0,15	0,19	0,21	0,26	1,86	0,186
Humedad (%)													
1	7:30	52,8	53,2	53,2	54,6	54,8	55	55,2	55,2	55,1	55,1	544,2	54,42
2	10:00	53,5	51,5	52,9	55,1	56	57,7	57,2	57	58,3	58	557,2	55,72
3	12:30	47,8	47,5	47,4	47,4	47,4	47,2	48	48,4	48,2	48,2	477,5	47,75
4	15:00	51,8	51,8	51,8	51,5	51,5	51,5	51,3	51,3	51,3	50,9	514,7	51,47

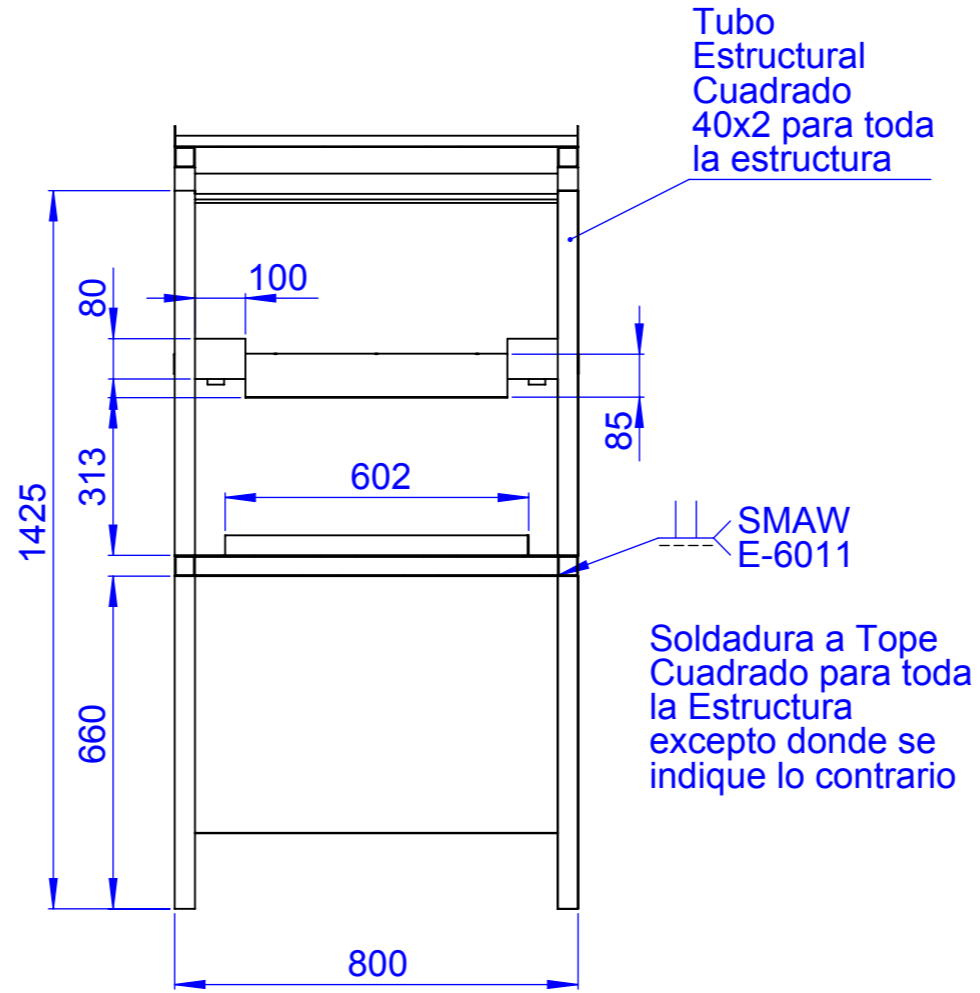
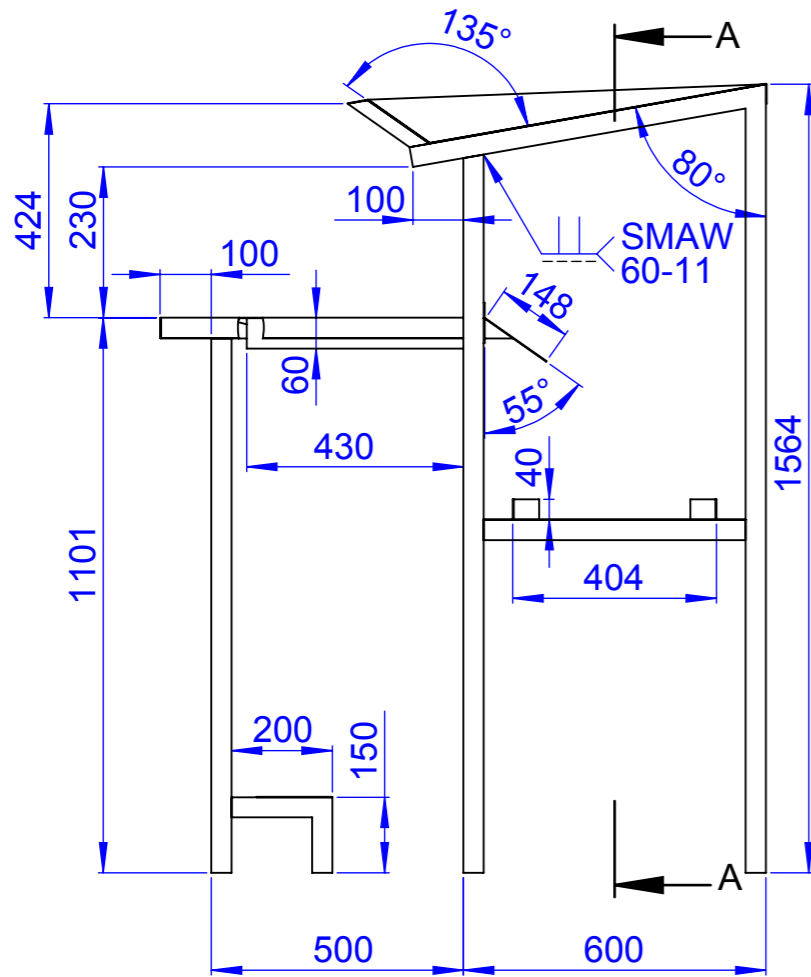
PLANOS



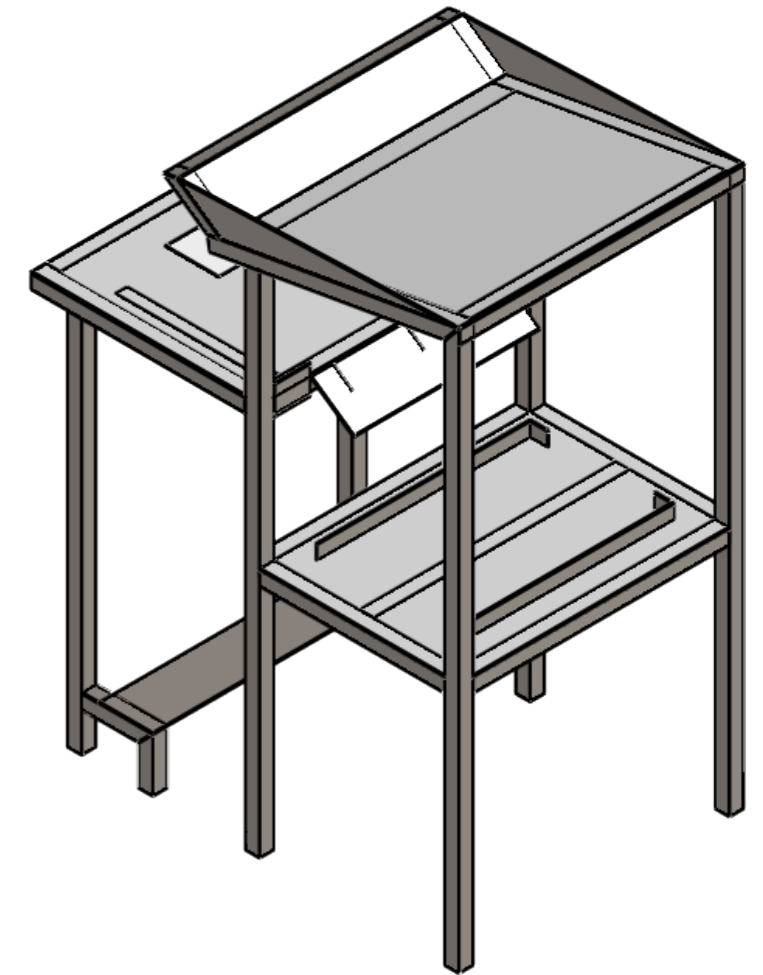
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:20

N° de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pz	Observaciones
1	Taburete	Dibujo 3	ASTM A36	3	ACERO	7.0 Construido
2	Bandeja	Dibujo 2	ASTM A36	2	ACERO	18.5 Construido
1	Mesa Ergonómica para Brócoli	Dibujo 1	ASTM A36	1	ACERO	67.37 Construido

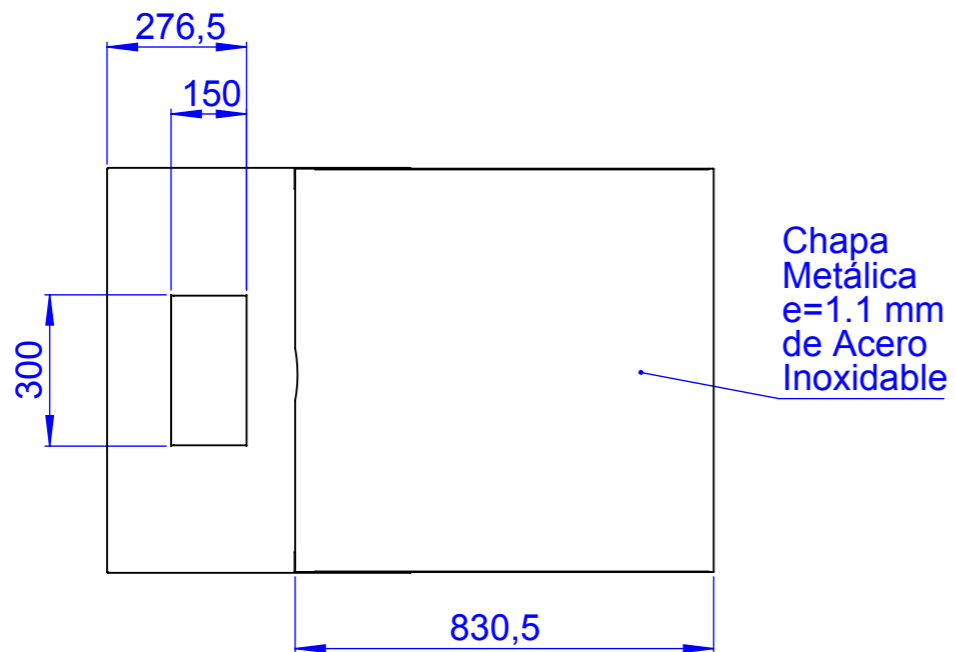
Tolerancia		Peso		Material:	
±1		103,30 Kg		Varios	
Fecha		Nombre		Denominación:	
Dibujó: 31/01/2018		Darwin Potosi		Mesa Ergonómica	
Revisó: 31/01/2018		Ing. Alejandra L. Mg.		Escala:	
Aprobó: 31/01/2018		Ing. Alejandra L. Mg.		1:10	
U.T.A INGENIERIA MECANICA				Número del dibujo: 01	
				Sustitución	



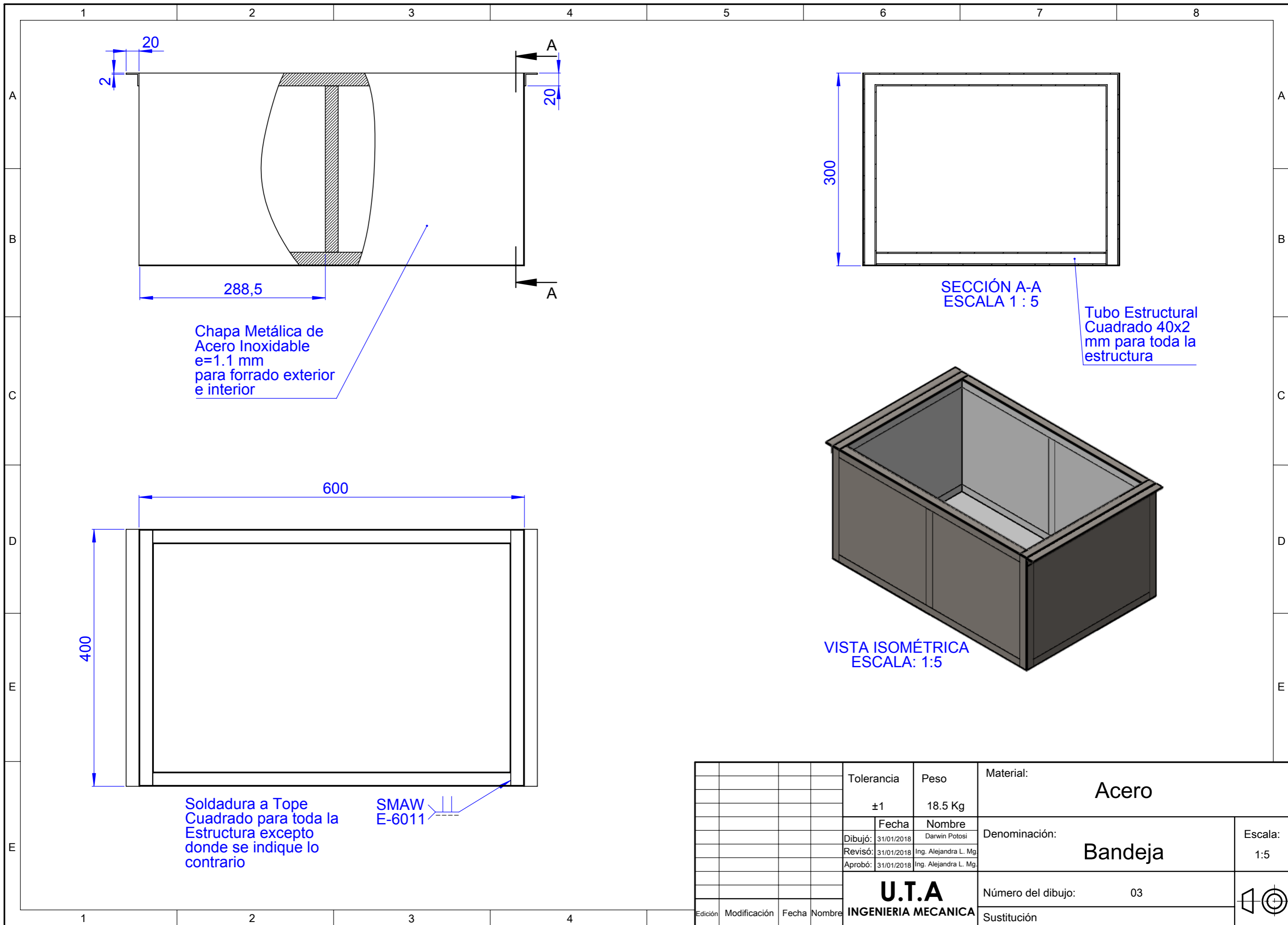
CORTE A-A
ESCALA: 1:10



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:10



				Tolerancia	Peso	Material:			
				±1	66.37 Kg	Acero			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dibujó:	31/01/2018	Darwin Potosi			Mesa Ergonómica	1:10
			Revisó:	31/01/2018	Ing. Alejandra L. Mg.				
			Aprobó:	31/01/2018	Ing. Alejandra L. Mg.				
				U.T.A		Número del dibujo:	02		
				INGENIERIA MECANICA		Sustitución			



				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	18.5 Kg	Acero	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	31/01/2018	Darwin Potosi		
			Revisó:	31/01/2018	Ing. Alejandra L. Mg		
			Aprobó:	31/01/2018	Ing. Alejandra L. Mg	Número del dibujo:	03
				U.T.A		Sustitución	
				INGENIERIA MECANICA			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

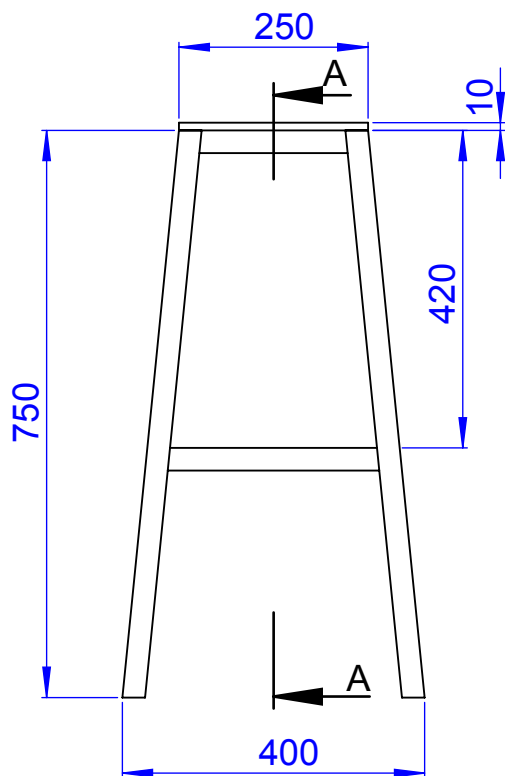
1

2

3

4

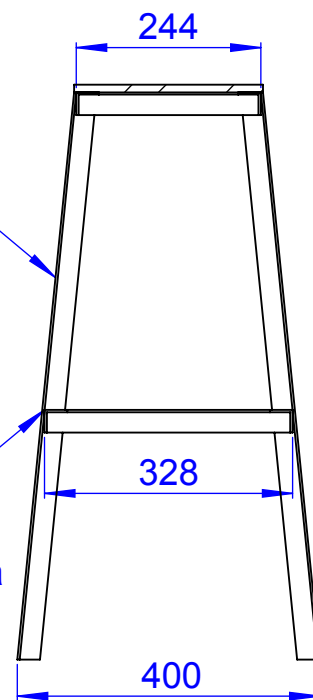
A



Angulo L 30x3
para toda la
estructura

SMAW
E-6011

Soldadura a Tope
Cuadrado para toda
la Estructura
excepto donde se
indique lo contrario



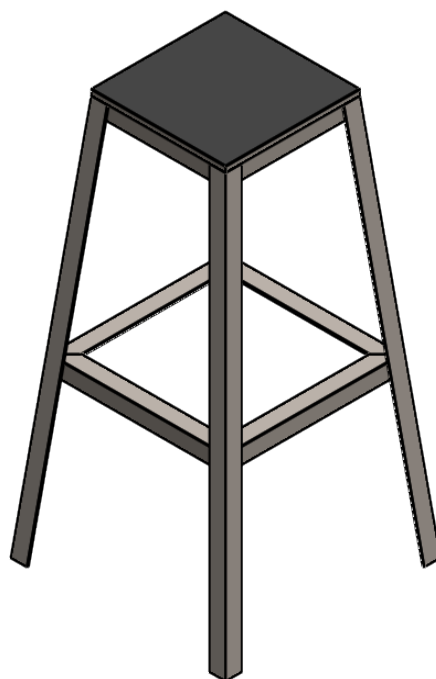
SECCIÓN A-A

B

C

D

E



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA: 1:10

				Tolerancia ± 1	Peso 7 Kg	Material: ASTM A36		
						Denominación: Taburete	Escala: 1:10	
				Fecha	Nombre			
				Dibujó: 31/01/2018	Darwin Potosi			
				Revisó: 31/01/2018	Ing. Alejandra L. Mg.			
				Aprobó: 31/01/2018	Ing. Alejandra L. Mg.			
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de dibujo: 04	Registro: 	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución		