



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA

INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DE TEMPERATURA,
FUERZA Y CICLOS POR MINUTO LLEVANDO A CABO MOVIMIENTOS
REPETITIVOS HORIZONTALES DE LA MUÑECA”**

TESIS COLECTIVA

QUE PRESENTA:

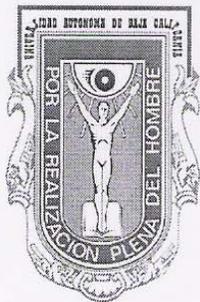
ABRIL ASMINDA RIVERA VALERIO

RODOLFO JESÚS RUBIO MARTÍNEZ

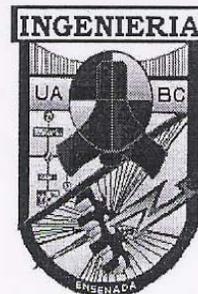
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, A 17 DE NOVIEMBRE DE 2009



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA



INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DE TEMPERATURA,
FUERZA Y CICLOS POR MINUTO LLEVANDO A CABO MOVIMIENTOS
REPETITIVOS HORIZONTALES DE LA MUÑECA”

TESIS COLECTIVA

QUE PRESENTAN:

ABRIL ASMINDA RIVERA VALERIO

RODOLFO JESÚS RUBIO MARTÍNEZ

APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ:

MC. CLAUDIA CAMARGO WILSON
DIRECTOR DE TESIS

M.C. JESÚS EVERARDO OLGUÍN TIZNADO
SINODAL

M.I. YOLANDA ANGÉLICA BÁEZ LÓPEZ
SINODAL

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, A 17 DE NOVIEMBRE DE 2009.

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2.1 Definición del problema.....	2
2.2 Hipótesis.....	4
2.3 Objetivos.....	4
2.3.1 Objetivos Específicos.....	4
2.4 Justificación.....	5
2.5 Delimitaciones.....	6
2.6 Organización de la tesis.....	6
3. MARCO TEORICO.....	8
3.1 Definición de Antropometría.....	8
3.2 Definición de Bioingeniería.....	10
3.3 Definición de Biomecánica.....	10
3.4 Anatomía Humana.....	12
3.4.1 El sistema musculo esquelético.....	13
3.4.1.1 Columna Vertebral.....	13
3.4.1.1 Anatomía y Fisiología.....	14
3.4.1.2 Anomalías y Enfermedades.....	15
3.4.2 Musculatura.....	16
3.4.2.1 Tipos de tejido muscular.....	17
3.5 Historia de la ergonomía.....	18
3.5.1 Definición de Ergonomía.....	19
3.6 Factor de Riesgo Ergonómico.....	20
3.6.1 Definición de Riesgo Ergonómico.....	20
3.6.2 Definición de Accidente de Trabajo.....	21
3.6.3 Identificación de los Factores de Riesgo Ergonómicos.....	21
3.6.3.1 Los Factores de Riesgo.....	22
3.6.3.1.1 Definición de Extremidad Superior.....	23
3.7 Definición de Desórdenes por Trauma Acumulativo.....	29
3.7.1 Grupos de los Trastornos por Traumatismo Acumulativo.....	32
3.7.2 Síntomas y Etapas de Evolución de los Trastornos por Traumatismo Acumulativo.....	35
3.7.3 Los Desórdenes por Trauma Acumulativo Más Comunes.....	36
3.7.3.1 Desórdenes en la extremidad superior.....	37
3.7.3.2 Desórdenes de la Región Cervical.....	37
3.7.3.3 Desórdenes de la Región Lumbar.....	37
3.7.4 Efectos Sobre la Salud.....	38
3.7.4.1 Lesiones y enfermedades habituales.....	39
3.8 Antecedentes.....	45
3.9 Artículos Relacionados.....	48
3.10 Estadística Descriptiva.....	49
3.10.1 Conceptos básicos.....	50
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	58
4.1 Materiales.....	58
4.2 Método.....	59

4.2.1 Experimento Completo.....	61
4.2.1.1 Gráficas de Tendencias de las Variables.....	61
4.2.1.2 Gráficas de Correlación.....	63
4.2.1.3 Histogramas.....	65
4.2.2 Experimento por Día.....	67
4.2.2.1 Gráficas de Tendencias de las Variables.....	67
4.2.2.2 Gráficas de Correlación.....	76
4.2.2.3 Histogramas.....	87
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	110
6. CONCLUSIONES.....	112
7. RECOMENDACIONES.....	113
8. BIBLIOGRAFIA.....	114
8.1 Web grafías.....	117
9. ANEXOS.....	118

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.1 Tipos de Movimientos.....	12
FIGURA No.2 Esqueleto Humano.....	13
FIGURA No. 3 Columna Vertebral Humana.....	13
FIGURA No. 4 Musculatura Humana.....	16
FIGURA No. 5 Partes del Cuerpo que son afectadas por los DTA's.....	22
FIGURA No.6 Agarre de fuerza.....	25
FIGURA No. 7 Agarre de pinza.....	26
FIGURA No. 8. Doblar o torcer la muñeca.....	26
FIGURA No. 9. Postura optima.....	27
FIGURA No.10 Vibración segmentaria.....	27
FIGURA No. 11. Estrés mecánico en dedos-mano.....	27
FIGURA No.12 Estrés mecánico por objetos agudos.....	28
FIGURA No. 13 Herramienta neumática.....	29
FIGURA: 14. Bursitis.....	41
FIGURA: 15. Cuello u hombro tensos.....	41
FIGURA: 16: Dedo engatillado.....	41
FIGURA: 17: Epicondilitis.....	42
FIGURA: 18: Ganglios.....	42
FIGURA: 19: Síndrome del túnel del carpo bilateral.....	44
FIGURA: 20: Tendinitis.....	44
FIGURA: 21: Tenosinovitis.....	45
FIGURA: 22: Prueba de hipótesis para una correlación línea.....	57

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1 Clasificación de los Riesgos Ergonómicos.....	21
Tabla No. 2 Clasificación de Riesgos Ergonómicos.....	22
Tabla No. 3 Factores de riesgo del lugar de trabajo.....	23
Tabla No. 4: Concentrado de los datos de los 7 días operador #1.....	59
Tabla No. 5: Concentrado de los datos de los 7 días operador # 2.....	60
Tabla No. 6: Resultados de las variables del operador 1 en un lapso de 7 días.....	65
Tabla No. 7: Resultados de las variables del operador 2 en un lapso de 7 días.....	66
Tabla No. 8: Resultados del Histograma de ciclos por minuto. Operador 1, 5/09/09.....	88
Tabla No. 9: Resultados del Histograma de Fuerza(kg). Operador 1, 5/09/09.....	88
Tabla No. 10: Resultados del Histograma de Temperatura(C°). Operador 1, 5/09/09.....	88
Tabla No. 11: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto(s). Operador 1, 6/09/09..	89
Tabla No. 12: Resultados del Histograma de Fuerza(kg)Operador 1, 6/09/09.....	89
Tabla No. 13: Resultados del Histograma de Temperatura(C°). Operador 1, 6/09/09.....	89
Tabla No. 14: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto(s).Operador 1, 07/09/09..	91
Tabla No. 15: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 7/09/09.....	91
Tabla No. 16: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 1, 7/09/09.....	91
Tabla no. 17: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 1, 8/09/09..	92
Tabla No. 18: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 8/09/09.....	92
Tabla No. 19: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 1, 8/09/09.....	92
Tabla No. 20: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 1, 9/09/09..	94
Tabla No. 21: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 9/09/09.....	94
Tabla No. 22: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 1, 9/09/09.....	94
Tabla No. 23: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto(s). Operador 1, 10/09/09.	95
Tabla No. 24: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 10/09/09.....	95
Tabla No. 25: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 1, 10/09/09....	96
Tabla No. 26: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto(s).Operador 1, 11/09/09..	97
Tabla No. 27: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 11/09/09.....	97
Tabla No. 28: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 1, 11/09/09.....	97
Tabla No. 29: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 5/09/09..	99
Tabla No. 30: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 5/09/09.....	99
Tabla No. 31: Resultados del Histograma de Temperatura (C°).Operador 2, 5/09/09.....	99
Tabla No. 32: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 6/09/09..	100
Tabla No. 33: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 6/09/09.....	100
Tabla No. 34: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 2, 6/09/09.....	100
Tabla No. 35: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 7/09/09..	102
Tabla No. 36: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 7/09/09.....	102
Tabla No. 37: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 2, 7/09/09.....	102
Tabla No. 38: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 8/09/09..	103
Tabla No. 39: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 8/09/09.....	103
Tabla No. 40: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 2, 8/09/09.....	104
Tabla No. 41: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 9/09/09..	105
Tabla No. 42: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 9/09/09.....	105
Tabla No. 43: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 2, 9/09/09.....	105
Tabla No. 44: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto(s) Operador 2, 10/09/09..	107
Tabla No. 45: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 10/09/09.....	107
Tabla No. 46: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 2, 10/09/09.....	107

Tabla No. 47: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto(s).Operador 2, 11/09/09..	108
Tabla No. 48: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 11/09/09.....	108
Tabla No 49: Resultados del Histograma de Temperatura (C°). Operador 2, 11/09/09.....	109
Tabla No 50: Resultados del rango de operación del operador 1 por día.....	111
Tabla No 51: Resultados del rango de operación del operador 2 por día.....	111

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1: Temperatura (°C) operador 1 en el lapso de 7 días.....	61
Gráfica 2: Fuerza (kg) operador 1 en el lapso de 7 días.....	61
Gráfica 3: Ciclos por minuto (s) operador 1 en el lapso de 7 días.....	61
Gráfica 4: Temperatura (°C) operador 2 en el lapso de 7 días.....	62
Gráfica 5: Fuerza (kg) operador 2 en el lapso de 7 días.....	62
Gráfica 6: Ciclos por minuto (s) operador 2 en el lapso de 7 días.....	62
Gráfica 7: Correlación entre Temperatura (°C) y Fuerza del operador 1 en el lapso de 7 días.....	63
Gráfica 8: Correlación entre Ciclos por minuto y Temperatura (°C) del operador 1 en el lapso de 7 días.....	63
Gráfica 9: Correlación entre Ciclos por minuto y Fuerza (Kg) del operador 1 en el lapso de 7 días.....	63
Gráfica 10: Correlación entre Temperatura (°C) y Fuerza (Kg) del operador 2 en el lapso de 7 días.....	64
Gráfica 11: Correlación entre Ciclos por minuto y Temperatura (C°) del operador 2 en el lapso de 7 días.....	64
Gráfica 12: Correlación ente Ciclos por minuto y Fuerza (Kg) del operador 2 en el lapso de 7 días.....	64
Gráfica 13: Histograma con curva normal ciclos por minuto del operador 1 en un lapso de 7 días.....	65
Gráfica 14: Histograma con curva normal Fuerza del operador 1 en un lapso de 7 días.....	65
Gráfica 15: Histograma con curva normal Temperatura del operador 1 en un lapso de 7 días.....	65
Gráfica 16: Histograma con curva normal ciclos por minuto del operador 2 en un lapso de 7 días.....	66
Gráfica 17: Histograma con curva normal Fuerza (kg) del operador 2 en un lapso de 7 días.....	66
Gráfica 18: Histograma con curva normal Temperatura (°C) del operador 2 en un lapso de 7 días.....	66
Gráfica 19: Temperatura (°C) operador 1, 5/09/09.....	67
Gráfica 20: Temperatura (°C) operador 2, 5/09/09.....	67
Gráfica 21: Fuerza (kg) operador 1, 5/09/09.....	67
Gráfica 22: Fuerza (kg) operador 2, 5/09/09.....	67
Gráfica 23: Ciclos por minuto (s) operador 1, 5/09/09.....	68
Gráfica 24: Ciclos por minuto (s) operador 2, 5/09/09.....	68
Gráfica 25: Temperatura (°C) operador 1, 6/09/09.....	68
Gráfica 26: Temperatura (°C) operador 2, 6/09/09.....	68
Gráfica 27: Fuerza (kg) operador 1, 6/09/09.....	68
Gráfica 28: Fuerza (kg) operador 2, 6/09/09.....	68
Gráfica 29: Ciclos por minuto (s) operador 1, 6/09/09.....	69
Gráfica 30: Ciclos por minuto (s) operador 2, 6/09/09.....	69
Gráfica 31: Temperatura (°C) operador 1, 7/09/09.....	69
Gráfica 32: Temperatura (°C) operador 2, 7/09/09.....	69
Gráfica 33: Fuerza (kg) operador 1, 7/09/09.....	70
Gráfica 34: Fuerza (kg) operador 1, 7/09/09.....	70
Gráfica 35: Ciclos por minuto (s) operador 1, 7/09/09.....	70
Gráfica 36: Ciclos por minuto (s) operador 1, 7/09/09.....	70
Gráfica 37: Temperatura (C°) operador 1, 8/09/09.....	70

Gráfica 38: Temperatura (C°) operador 1, 8/09/09.....	70
Gráfica 39: Fuerza (kg) operador 1, 8/09/09.....	71
Gráfica 40: Fuerza (kg) operador 2, 8/09/09.....	71
Gráfica 41: Ciclos por minuto (s) operador 1, 8/09/09.....	71
Gráfica 42: Ciclos por minuto (s) operador 2, 8/09/09.....	71
Gráfica 43: Temperatura (C°) operador 1, 9/09/09.....	72
Gráfica 44: Temperatura (C°) operador 2, 9/09/09.....	72
Gráfica 45: Fuerza (kg) operador 1, 09/09/09.....	72
Gráfica 46: Fuerza (kg) operador 2, 09/09/09.....	72
Gráfica 47: Ciclos por minuto (s) operador 1, 09/09/09.....	72
Gráfica 48: Ciclos por minuto (s) operador 2, 9/09/09.....	72
Gráfica 49: Temperatura (C°) operador 1, 10/09/09.....	73
Gráfica 50: Temperatura (C°) operador 2, 10/09/09.....	73
Gráfica 51: Fuerza (kg) operador 1, 10/09/09.....	73
Gráfica 52: Fuerza (kg) operador 2, 10/09/09.....	73
Gráfica 53: Ciclos por minuto(s) operador 1, 10/09/09.....	74
Gráfica 54: Ciclos por minuto(s) operador 2, 10/09/09.....	74
Gráfica 55: Temperatura (C°) operador 1, 11/09/09.....	74
Gráfica 56: Temperatura (C°) operador 2, 11/09/09.....	74
Gráfica 57: Fuerza (kg) operador 1, 11/09/09.....	74
Gráfica 58: Fuerza (kg) operador 2, 11/09/09.....	74
Gráfica 59: Ciclos por minuto(s) operador 1, 11/09/09.....	75
Gráfica 60: Ciclos por minuto(s) operador 2, 11/09/09.....	75
Gráfica 61: Correlación Temperatura (C°) y Fuerza(kg) Operador 1, 5/09/09.....	76
Gráfica 62: Correlación Temperatura (C°) y Fuerza(kg) Operador 2, 5/09/09.....	76
Gráfica 63: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 1, 5/09/09.....	76
Gráfica 64: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 2, 5/09/09.....	76
Gráfica 65: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura(c) Operador 1, 5/09/09.....	77
Gráfica 66: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura(c) Operador 2, 5/09/09.....	77
Gráfica 67: Correlación Temperatura (C°) y Fuerza (kg) Operador 1, 6/09/09.....	77
Gráfica 68: Correlación Temperatura (C°) y Fuerza (kg) Operador 2, 6/09/09.....	77
Gráfica 69: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 1, 6/09/09.....	78
Gráfica 70: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 2, 6/09/09.....	78
Gráfica 71: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura(C°) Operador 1, 6/09/09.....	78
Gráfica 72: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura(C°) Operador 2, 6/09/09.....	78
Gráfica 73: Correlación Temperatura (C°) y Fuerza (kg) Operador 1, 7/09/09.....	79
Gráfica 74: Correlación Temperatura (C°) y Fuerza (kg) Operador 2, 7/09/09.....	79
Gráfica 75: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 1, 7/09/09.....	79
Gráfica 76: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 2, 7/09/09.....	79
Gráfica 77: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (C°) Operador 1, 7/09/09.....	80
Gráfica 78: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura(C°) Operador 2, 7/09/09.....	80
Gráfica 79: Correlación Temperatura (C°) y Fuerza (kg) Operador 1, 8/09/09.....	80
Gráfica 80: Correlación Temperatura (C°) y Fuerza (kg) Operador 2, 8/09/09.....	80
Gráfica 81: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 1, 8/09/09.....	81

Gráfica 82: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 2, 8/09/09.....	81
Gráfica 83: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (C°) Operador 1, 8/09/09.....	81
Gráfica 84: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (C°) Operador 2, 8/09/09.....	81
Gráfica 85: Correlación Temperatura(C°) y Fuerza(kg) Operador 1, 9/09/09.....	82
Gráfica 86: Correlación Temperatura(C°) y Fuerza(kg) Operador 2, 9/09/09.....	82
Gráfica 87: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 1, 9/09/09.....	82
Gráfica 88: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 2, 9/09/09.....	82
Gráfica 89: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (C°) Operador 1, 9/09/09.....	83
Gráfica 90: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (C°) Operador 2, 9/09/09.....	83
Gráfica 91: Correlación Temperatura(C°) y Fuerza(kg) Operador 1, 10/09/09.....	83
Gráfica 92: Correlación Temperatura(C°) y Fuerza(kg) Operador 2, 10/09/09.....	83
Gráfica 93: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 1, 10/09/09.....	84
Gráfica 94: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 2, 10/09/09.....	84
Gráfica 95: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura (C°) Operador 1, 10/09/09.....	84
Gráfica 96: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura (C°) Operador 2, 10/09/09.....	84
Gráfica 97: Correlación Temperatura (C°) y Fuerza (kg) Operador 1, 11/09/09.....	85
Gráfica 98: Correlación Temperatura (C°) y Fuerza (kg) Operador 2, 11/09/09.....	85
Gráfica 99: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 1, 11/09/09.....	85
Gráfica 100: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza(kg) Operador 2, 11/09/09.....	85
Gráfica 101: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura (C°) Operador 1, 11/09/09....	86
Gráfica 102: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura (C°) Operador 2, 11/09/09....	86
Gráfica 103: Histograma con curva normal de ciclos por minuto Operador 1, 5/09/09.....	87
Gráfica 104: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 5/09/09.....	87
Gráfica 105: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 1, 5/09/09.....	87
Gráfica 106: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 1, 6/09/09....	88
Gráfica 107: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 6/09/09.....	88
Gráfica 108: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 1, 6/09/09.....	89
Gráfica 109: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 1, 7/09/09....	90
Gráfica 110: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 7/09/09.....	90
Gráfica 111: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 1, 7/09/09.....	90
Gráfica 112: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 1, 8/09/09....	91
Gráfica 113: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 8/09/09.....	91
Gráfica 114: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 1, 8/09/09.....	92
Gráfica 115: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 1, 9/09/09....	93
Gráfica 116: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 9/09/09.....	93
Gráfica 117: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 1, 9/09/09.....	93
Gráfica 118: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto(s) Operador 1, 10/09/09...	94
Gráfica 119: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 10/09/09.....	95
Gráfica 120: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 1, 10/09/09.....	95
Gráfica 121: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto(s) Operador 1, 11/09/09...	96
Gráfica 122: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 11/09/09.....	96
Gráfica 123: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 1, 11/09/09.....	96
Gráfica 124: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 5/09/09....	98
Gráfica 125: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 5/09/09.....	98
Gráfica 126: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 2, 5/09/09.....	98

Gráfica 127: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 6/09/09.....	99
Gráfica 128: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 6/09/09.....	99
Gráfica 129: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 2, 6/09/09.....	100
Gráfica 130: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 7/09/09.....	101
Gráfica 131: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 7/09/09.....	101
Gráfica 132: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 2, 7/09/09.....	101
Gráfica 133: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 8/09/09.....	102
Gráfica 134: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 8/09/09.....	103
Gráfica 135: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 2, 8/09/09.....	103
Gráfica 136: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 9/09/09.....	104
Gráfica 137: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 9/09/09.....	104
Gráfica 138: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 2, 9/09/09.....	105
Gráfica 139: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto(s) Operador 2, 10/09/09.....	106
Gráfica 140: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 10/09/09.....	106
Gráfica 141: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 2, 10/09/09.....	106
Gráfica 142: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto(s) Operador 2, 11/09/09.....	107
Gráfica 143: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 11/09/09.....	108
Gráfica 144: Histograma con curva normal de Temperatura (C°) Operador 2, 11/09/09.....	108

1. INTRODUCCION

La necesidad de proteger a los trabajadores, contra las causas de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo es una cuestión indudable. Toda fuente de trabajo debe realizar actividades tendientes a la prevención de riesgos laborales, con las consecuentes ventajas de la producción y la productividad, alcanzando así un mayor bienestar social, que se refleja en la economía de la propia empresa.

El planteamiento ergonómico consiste en diseñar los productos y los trabajos de manera de adaptar éstos a las personas y no al contrario. La lógica que utiliza la ergonomía se basa en el principio de que las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos; por tanto, en aquellos casos en los que se plantee cualquier tipo de conflicto de intereses entre personas y cosas, deben prevalecer los de las personas.

Los principios ergonómicos se fundamentan en que el diseño de productos o de trabajos debe enfocarse a partir del conocimiento de las capacidades y habilidades, así como las limitaciones de las personas, diseñando los elementos que estos utilizan teniendo en cuenta estas características (Tortosa et al, 1999).

Para llevar a cabo un buen diseño del puesto de trabajo es imprescindible determinar los espacios necesarios para desarrollar la actividad requerida; en segundo lugar, se necesita conocer la postura adoptada que junto con la repetición de movimiento y la fuerza necesaria para ejecutar las tareas, nos indicará cuál es el puesto con el menor riesgo de lesiones. Bajo este contexto la Ergonomía ha encontrado en la Biomecánica un importante apoyo, pues las mediciones objetivas determinan eficientemente si el puesto de trabajo, o el trabajo realizado por un sujeto es seguro o puede causar lesión. Además, la información permitirá disponer de unos criterios de referencia que pueden ser de utilidad en el diseño del puesto así como justificar si estos puestos pueden ser desempeñados sin riesgo por aquellos trabajadores que, por cualquier circunstancia, se encuentran limitados en sus capacidades físicas, ya sea de forma temporal o permanente; ya que introducen un nuevo concepto "Biomecánica" (Tortosa et al, 1999).

Este estudio tiene el objetivo de correlacionar las variables de temperatura, fuerza y ciclos por minuto todo esto mediante movimientos repetitivos horizontales, aplicados a un hombre y una mujer los cuales son comúnmente encontradas en los lugares de trabajo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Definición del problema

Los riesgos ergonómicos han sido un tema a tener en cuenta, por las lesiones que ocasionan a los trabajadores en las áreas de trabajo. Para la industria siempre es importante la salud de los trabajadores, debido a que si se evitan los DTA's en ésta se reducen sus costos por incapacidades, ausentismo y lo más importante para los inversionistas.

Pero hace más o menos 150 años que comenzaron a multiplicarse por la Revolución Industrial que comienza en Inglaterra. Fue allí donde los accidentes de trabajo derivado de los riesgos ocasionados por las máquinas (en su mayoría, industrias de hilados) hicieron estragos sobre todo en jóvenes y niños. Diariamente los trabajadores eran víctimas de accidentes, lo que provocó la reclamación de Reformas, por parte de sindicatos y periodistas. Fue el Reino Unido donde prácticamente comienza la Revolución Industrial que provocará esta avalancha de accidentes, es también allí donde surge una corriente humanitaria que procuró ante todo acortar la duración de la jornada laboral y de proteger la salud de los niños, que eran los más perjudicados por la situación del trabajo en general.

Como resultado de una serie de inventos, la industria textil de la época paso gradualmente de la producción casera a la producción fabril. Surge una gran demanda de mano de obra barata, que vino a satisfacer a la niñez humilde. Estos niños trabajaban realmente ignorados, desamparados y olvidados. El número de máquinas aumentaban sin cesar, también su potencia y velocidad, creando cada vez mayores peligros en las fábricas. El primer resultado concreto obtenido por los que abogaban por una mayor seguridad, fue la adopción en 1802 de una ley para proteger la salud y la moralidad de los aprendices y otros trabajadores hilanderos". (<http://www.mastery.com/productpage.php/Topics>). Dichos trabajadores, por el tipo de actividad desarrollada en su trabajo presentan comúnmente lesiones musculoesqueléticas.

Las lesiones musculo esqueléticas son trastornos caracterizados por una condición anormal de músculo, tendones, nervios, vasos, articulaciones, huesos o ligamentos que trae como resultado una alteración de la función motora o sensitiva originados por la exposición a los factores de riesgo: repetición, fuerza, posturas inadecuadas, estrés por contacto y vibración Por ejemplo Tendinitis de Quervain, Epicondilitis, Hernias de disco, Síndrome de túnel del carpo, por mencionar algunas (Sinclair, 2001).

Las Lesiones por Esfuerzo Repetitivo (LER) suelen tardar años en desarrollarse, por lo que normalmente se manifiestan cuando el trabajador se encuentra en el momento culminante de su carrera, hacia los 40 años. Existen tratamientos que, en

muchos casos, producen buenos resultados, sobre todo si se efectúa un diagnóstico prematuro.

Las lesiones y enfermedades provocadas por herramientas y lugares de trabajo mal diseñados o inadecuados se desarrollan habitualmente con lentitud a lo largo de meses o de años. Ahora bien, normalmente un trabajador tendrá señales y síntomas durante mucho tiempo que indiquen que hay algo que no va bien. Así, por ejemplo, el trabajador se encontrará incómodo mientras efectúa su labor o sentirá dolores en los músculos o las articulaciones una vez en casa después del trabajo. Además, puede tener pequeños tirones musculares durante bastante tiempo. Es importante investigar los problemas de este tipo porque lo que puede empezar con una mera incomodidad puede acabar en algunos casos en lesiones o enfermedades que incapaciten gravemente a los trabajadores.

A menudo los trabajadores no pueden elegir y se ven obligados a adaptarse a unas condiciones laborales mal diseñadas, que pueden lesionar gravemente las manos, las muñecas, las articulaciones, la espalda u otras partes del organismo. Concretamente, se pueden producir lesiones a causa de:

- el empleo repetido a lo largo del tiempo de herramientas y equipo vibratorios,
- herramientas y tareas que exigen girar la mano con movimientos de las articulaciones, por ejemplo las labores que realizan muchos mecánicos;
- la aplicación de fuerza en una postura forzada;
- la aplicación de presión excesiva en partes de la mano, la espalda, las muñecas o las articulaciones;
- trabajar con los brazos extendidos o por encima de la cabeza;
- trabajar echados hacia adelante; levantar o empujar cargas pesadas.

La accidentabilidad laboral y las enfermedades de origen profesional constituyen en el mundo entero, uno de los principales problemas de la población laboral por su alto costo en vidas humanas y las secuelas que usualmente produce, pues además de disminuir la capacidad laboral, determina consecuencias graves en la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

Todas ellas van a generar ausentismo y cada día de ausentismo por motivos de salud implica un costo. Un día perdido por incapacidad implica un costo directo y un indirecto (Beevis, 2003; Derango, 2002; Hendrick, 2003).

El costo directo incluye: Salario base integrado = sueldo más prestaciones.

El costo indirecto incluye: Salario base integrado de sustituto.

Gasto generados por sustituto (entrenamiento + reclutamiento + alimentación).

Costos por disminución de producción.

Costos por disminución de calidad.

La relación entre costos directos e indirectos varía de acuerdo al tipo de empresa. El costo indirecto puede ser 2 o hasta 8 veces el costo directo. Y si bien en cierto que

es el IMSS quien absorbe el costo directo de un día perdido por incapacidad (60% por enfermedad general a partir del cuarto día y del 100% por riesgo de trabajo, pero que luego, en el caso de los riesgos de trabajo, podrá impactar en la prima de riesgo IMSS) es por otro lado la empresa la que absorbe totalmente el costo indirecto del ausentismo (<http://www.ergocupacional.com/main.html?src=%2F4910%2F58958.html>).

“Como resultado de esta situación se estima que cada año ocurren en el mundo 120 millones de accidentes de trabajo y 200 mil muertes. Los costos médicos y sociales y las pérdidas en productividad de estas lesiones se estiman en más de 500 millones de dólares cada año” (<http://www.htec.com;ergoadvisor;SUMMER 2000; pag.7>).

2.2 Hipótesis.

Es posible que exista correlación entre los cambios de temperatura y fuerza cuando se trabaja con el movimiento repetitivo horizontal en el área de la muñeca.

Es posible que exista correlación entre los cambios de temperatura y los ciclos por minuto cuando se trabaja con el movimiento repetitivo horizontal en el área de la muñeca.

Es posible que exista correlación entre los cambios de fuerza y los ciclos por minuto cuando se trabaja con el movimiento repetitivo horizontal en el área de la muñeca.

Es posible determinar el rango de operación de las variables temperatura, fuerza y ciclos por minuto generados por día al realizar los movimientos repetitivos horizontales.

2.3 Objetivo.

Correlacionar las variables de temperatura, fuerza y cantidad de movimientos por minuto cuando se trabaja con el movimiento repetitivo horizontal en el área de la muñeca.

2.3.1 Objetivos específicos.

Determinar la correlación de temperatura y de fuerza cuando se trabaja con el movimiento repetitivo horizontal en el área de la muñeca.

Determinar la correlación de temperatura y los ciclos por minuto cuando se trabaja con el movimiento repetitivo horizontal en el área de la muñeca.

Determinar la correlación de fuerza y los ciclos por minuto cuando se trabaja con el movimiento repetitivo horizontal en el área de la muñeca.

Determinar el rango de operación de las variables temperatura, fuerza y ciclos por minuto generados por día al realizar el movimiento repetitivo horizontal.

2.4 Justificación.

Teniendo en cuenta los conceptos básicos de ergonomía y partiendo de la idea que el hombre es el principal objeto de estudio de la ergonomía, es muy importante conocer y comprender los factores de riesgo que pueden presentarse en el trabajo. En este trabajo se presentan los principales factores de riesgo a los que los trabajadores se ven sometidos en el entorno laboral, las consecuencias que puedan tener para su salud y los efectos que se puedan ver reflejados en la empresa.

La accidentabilidad laboral y las enfermedades de origen profesional constituyen en el mundo entero, uno de los principales problemas de la población laboral por su alto costo en vidas humanas y las secuelas que usualmente produce, pues además de disminuir la capacidad laboral, determina consecuencias graves en la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

El 10 de noviembre del 2008, la coordinación de comunicación social del IMSS expide el comunicado No. 439, en donde mencionan que en el 2007, los accidentes de trabajo son la primera causa de ausentismo laboral y más del 40 por ciento de incapacidades se expiden por este hecho.

En 2007 se registraron cerca de 450 mil accidentes en el ámbito laboral lo que significa que de cada 100 trabajadores, 2.5 sufrieron una lesión por incidentes de trabajo. Las industrias, talleres, tortillerías y carnicerías son los lugares con mayor índice de accidentes. Las afectaciones de músculos, ligamentos, tendones, articulaciones, huesos, arterias son las lesiones que predominan en estos acontecimientos imprevistos que interrumpen la actividad laboral.

Los trabajadores con menos de seis meses de antigüedad son lo que más percances tienen. El año 2006 se presentaron más de 143 mil casos por traumatismo en el ámbito laboral. Las personas entre 20 y 40 años de edad son quienes más se lastiman, principalmente, muñeca, mano, tobillo, pie, abdomen y columna. “Como resultado de esta situación se estima que cada año ocurren en el mundo 120 millones de accidentes de trabajo y 200 mil muertes. Los costos médicos y Sociales y las Pérdidas en productividad de estas lesiones se estiman en más de 500 millones de dólares cada año” (www.imss.gob.mx).

En 1993, más del 27 por ciento de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales no fatales que produjeron días de ausentismo laboral en los Estados Unidos se debieron a problemas de espalda. Según estudios realizados por el gobierno, los costos sociales totales producidos por los dolores lumbares se sitúan anualmente entre los 50.000 y los 100.000 millones de dólares de Estados Unidos. Además, un 30 por ciento de los trabajadores norteamericanos realizan habitualmente actividades que implican un incremento del riesgo de sufrir dolores

lumbares, y un 50 por ciento ocupan puestos de trabajo que pueden producirles trastornos traumáticos acumulativos (Organización Internacional del Trabajo).

En marzo de 1997, el Departamento de Trabajo de ese país informó de que en 1995 se habían registrado oficialmente en los Estados Unidos un total de 6,6 millones de lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo y los costos anuales asociados con estos desordenes en Estados Unidos de América son significativos; más de 2,1 billones de dólares por compensación de trabajadores y 90 millones por costos indirectos (contratación temporal, entrenamiento, tiempo extra y costos administrativos). Las empresas no tienen presupuesto para amortizar los costos derivados de estas lesiones, es decir que las empresas, por lo general, no presupuestan las lesiones de los trabajadores pero al momento de ocurrir una lesión al trabajador al no haber presupuesto el dinero sale de los recursos destinados para otros proyectos o de las utilidades de la empresa.

Y como se mencionó previamente, si bien es cierto que el IMSS absorbe el costo directo del ausentismo por motivos de salud, también es cierto que las lesiones ocurridas por problemas ergonómicos pueden incidir en la prima de riesgo IMSS y generar incrementos en el pago de cuotas. El beneficio del presente estudio es que tendrá un impacto social, económico y científico:

- El impacto social, lograr evitar lesiones en el trabajador y que éste sea productivo en su área de trabajo y tener un mejor bienestar social.
- El impacto económico, debido a que si se evitan los DTA's en las áreas de trabajo se reducirán los costos anuales por parte de la empresa.
- El impacto científico, debido a que se trata de una técnica de termografía sensorial hasta ahora no utilizada.

2.5 Delimitaciones.

Para lograr el objetivo de este estudio, fue necesario llevar a cabo el experimento, en el que participaron un hombre y una mujer utilizando la mano dominante (siendo ambos diestros), los cuales son personas sanas con edad de 24 años (por ser la edad promedio de la población económicamente activa). Esta prueba se realizó en un periodo de una semana (de lunes a domingo).

El movimiento que fue realizado en el estudio fue el movimiento repetitivo horizontal, debido a que se contaba con el equipo necesario (1 cronómetro, 1 torquímetro y 2 termógrafos sensoriales) para llevar el experimento y además en los estudios analizados han mencionado que es uno de los movimientos de muñeca que más lesiones ocasiona en la misma.

2.6 Organización de la Tesis.

En capítulo 1, se presenta una breve introducción sobre los movimientos repetitivos y las lesiones por Desordenes por Trauma Acumulado (DTA's). Que afectan al trabajador en el ámbito laboral.

En el Capítulo 2, se presenta la problemática que se ha estado teniendo a través de los años por causa de los DTA`s tanto en los trabajadores como en los costos a la empresa, así como también los objetivos a investigar para poder llegar a una posible respuesta a esta problemática mediante el estudio del movimiento repetitivo horizontal.

En el capítulo 3, se mencionan los antecedentes de los Desordenes por Trastornos Acumulados (DTA's), las áreas que toman como base a la ergonomía para estudiar.

En el capítulo 4, se muestran los materiales y métodos que fueron utilizados en el experimento.

En el capítulo 5, se muestran el análisis y discusión de resultados del experimento por semana y por día, así como el método utilizado para llegar a la obtención de dichos datos.

En el capítulo 6, se encuentran las conclusiones de acuerdo a las hipótesis y al experimento realizado.

En el capítulo 7, se detallan las recomendaciones a realizar en investigaciones próximas.

3. MARCO TEORICO

3.1 Definición de Antropometría

Al realizar un estudio, evaluación, diseño o rediseño ergonómico, lo más importante a considerar es que la gente es diferente, entre otras cosas, en:

- Complejión.
- Altura.
- Sexo.
- Habilidad.

Cada uno con sus propias características y actitudes. Por lo tanto, se debe buscar el acomodo del diseño y la máquina a las habilidades y capacidades del personal actual, tomando en cuenta todas las características del empleado con el propósito de que se obtengan los mejores resultados. Para lograr estos resultados existe una ciencia que estudia las características del ser humano; la antropometría. La palabra antropometría significa medida del cuerpo humano. Ésta se deriva de los vocablos griegos "anthropos", que significa hombre y "metrein" que significa medida. Los datos antropométricos son usados en ergonomía para especificar las dimensiones físicas de los espacios o lugares de trabajo, el equipo, el mobiliario y la vestimenta para lograr el correcto desempeño, además para asegurar la minimización de las diferencias existentes entre las dimensiones de los equipos y productos y las correspondientes al usuario final (Ramírez Cavassa, 1991).

Pheasant (1996), comenta que, "las dimensiones del cuerpo humano han sido un tema recurrente a lo largo de la historia de la humanidad; un ejemplo ampliamente conocido es el dibujo de Leonardo da Vinci, donde la figura de un hombre está circunscrita dentro de un cuadro y un círculo, donde se trata de describir las proporciones del ser humano (perfecto). Sin embargo, las diferencias entre las proporciones y dimensiones de los seres humanos no permitieron encontrar un modelo preciso para describir el tamaño y proporciones de los humanos".

Para efecto de análisis existen tabulaciones y estudios, que contienen dimensiones corporales, no obstante, es recomendable, dada la variabilidad dimensional de la población, recopilar datos y expresarlos estadísticamente en percentiles, que indican la cantidad de población con medidas que se encuentran en ese tamaño o debajo de él.

Las diferencias genéticas dadas por la diferencia de razas, así como las diferencias por sexo, costumbres y actividades, proporcionan las bases de toda investigación antropométrica que facilite un estudio ergonómico racional. No es viable usar las dimensiones de coches para una raza cuya estatura promedio es de 1.80m en coches para una raza cuya estatura promedio es de 1.60m Por lo tanto, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos, entre otros, para el diseño ergonómico desde el punto de vista antropométrico:

- Raza. Configuración morfológica y genética de cada raza existente.
- Edad. La estatura y las dimensiones del cuerpo varían generalmente según la edad, alcanzando su crecimiento total a los 20 años para el hombre y a los 17 para la mujer, en tanto que en la tercera edad el cuerpo humano tiende a reducirse.
- Sexo. En conjunto, el hombre es de mayores dimensiones que la mujer, de mayor tamaño en promedio, sobre todo en extremidades, en caja torácica, manos, puños, muñecas, en tanto que la mujer es más ancha en lo que respecta al pecho, a la circunferencia de la cadera y de los muslos. Durante el embarazo las medidas cambian sobre todo en la profundidad abdominal, la cual pasa de 164 a 290 mm aproximadamente.
- Actividad. La actividad manual desarrolla mucho más las medidas antropométricas del trabajador que la actividad simplemente académica; por su parte, las actividades de tipo casi sedentario incrementan las medidas de ciertas partes del cuerpo (abdomen y muslos).
- Nación-cultura. El aspecto ergonómico se debe tener en cuenta desde el punto de vista de mercado, para lo cual deben conocerse las diferentes culturas y nacionalidades con sus características propias; así por ejemplo, para propósitos de diseño se deben considerar la estatura y las dimensiones del anglosajón, que son muy diferentes a las del latinoamericano medio, al igual que sus preferencias.
- Tendencias históricas. Se ha observado que las nuevas generaciones tienden a una estatura promedio mayor, debido quizás al avance de la medicina y de las condiciones de vida. Un ejemplo es la comparación promedio entre los soldados de Estados Unidos de la Primera y la Segunda Guerras Mundiales; estos eran 3 cm más altos y 6 Kg más pesados que aquellos.

Usos de la antropometría, como una regla esencial, si tomamos a la mujer más pequeña y al hombre más alto en una población, el hombre probablemente sea un 30 o 40 por ciento más alto, 100 por ciento más pesado, y 500 por ciento más fuerte. Claramente, la variación natural de la población humana genera implicaciones en el diseño de todos los productos y aparatos.

Algunos otros ejemplos son: las ropas, el mobiliario, y los automóviles. Los datos Antropométricos pueden ser usados para optimizar las dimensiones de un gran número de campos de aplicación, como: el largo de los cepillos de dientes, la profundidad y el diámetro de las tapas en jarras y botellas, el tamaño de herramientas que incluyen los automóviles nuevos, y casi todos los controles manuales, como los de televisiones, videocaseteras, radios, teclados para computadoras, etc., (Ramírez Cavassa, 1991).

“El cuerpo humano y la proporción varía enormemente entre diferentes poblaciones y grupos raciales; de hecho cada diseñador nunca perderá esto de vista cuando diseñe para un mercado internacional. Un fabricante estadounidense quería exportar al centro y al sur de América o al sureste de Asia, pero necesitaba considerar en que

forma las dimensiones del producto podrían ser determinantes para la óptima utilización de su producto diseñado para el tamaño de la población americana, y probablemente el grupo de usuarios masculinos podría ser Mexicanos o Vietnamitas, quienes son considerados como uno de los grupos más pequeños en el mundo. En 1979, Ashby ilustró la importancia de las consideraciones antropométricas en el diseño como sigue:...Si una pieza de algún equipo fue diseñada para ser utilizada y trabajar óptimamente para el 90% de la población masculina estadounidense, esta tal vez sea apta para el 90% de los 26 alemanes, 80% de los franceses, 65% de los italianos, 45% de los japoneses, 25% de los tailandeses, y 10% de los Vietnamitas. ...” Bridger (1995).

3.2 Definición de Bioingeniería

Kroemer (1994), menciona que la, “Bioingeniería, se encarga del trabajo para reemplazar las partes del cuerpo fracturadas o dañadas; ingeniería de sistemas, en que el humano es un componente importante de la unidad de trabajo global; Ingeniería de Seguridad e Higiene Industrial que se enfoca en el bienestar del humano; e ingeniería militar que confía en el humano como soldado u operador. Asimismo, su aplicación de principios de ingeniería y de procedimientos de diseño para resolver problemas médicos. Dentro de sus especialidades se incluyen la biomecánica, la ingeniería bioquímica y la bioelectricidad.”

3.3 Ingeniería Biomecánica

La Biomecánica es una rama de la ingeniería que estudia los organismos biológicos con la finalidad de comprender el aparato locomotor, así también, aplica las leyes de la mecánica a las estructuras del mismo, ya que el ser humano está formado por palancas (huesos), tensores (tendones), muelles (músculos), elementos de rotación (articulaciones), etc., que cumplen muchas de las leyes de la mecánica.

Las aplicaciones de la biomecánica van, por tanto, desde el diseño de cinturones de seguridad para automóviles hasta el diseño y utilización de maquinas de circulación extracorpórea (utilizadas durante la cirugía cardiaca para sustituir las funciones cardiacas y pulmonares). Un desarrollo importante fue el pulmón de acero, primer dispositivo de respiración artificial que salvo la vida a algunos enfermos de poliomielitis. La biomecánica interviene en el desarrollo de implantes y órganos artificiales. Se han desarrollado prótesis mioeléctricas para extremidades de enfermos amputados. Están movidas por pequeños motores eléctricos estimulados por sistemas electrónicos que recogen las señales musculares (no todos los pacientes son capaces de utilizarlas de forma apropiada). Uno de los avances más importantes de la medicina de las últimas décadas son las prótesis articulares, que permiten sustituir articulaciones destruidas por diferentes enfermedades reumáticas mejorando, de forma radical, la calidad de vida de los pacientes; han obtenido gran éxito clínico las de cadera y rodilla, y algo menos las de hombro.

El desarrollo de implantes artificiales para tratar fracturas ha revolucionado el mundo de la traumatología: su enorme variedad incluye tornillos, agujas, placas atornilladas, clavos intramedulares y sistemas de fijación externa; todos requieren un estudio biomecánico pormenorizado previo a su ensayo y aplicación clínica. También se están desarrollando corazones artificiales; desde 1982 muchos pacientes han sido tratados con tales dispositivos con éxito. (Móndelo, 2000).

“Leonardo da Vinci (1452 - 1519) y Giovanni Alfonso Borelli (1608 - 1679) combinaron principios y explicaciones de: La mecánica, la anatomía y la fisiología, para describir el funcionamiento del cuerpo. Desde Borelli (1608 - 1679), el cuerpo humano ha sido presentado como un modelo conformado por huesos (como estructura principal), que están conectados en uniones (articulaciones), e impulsados por músculos que se encuentran unidos a las articulaciones. Las leyes de la física desarrolladas por Sir Isaac Newton (1642 - 1727) explicaron los efectos de los impulsos externos sobre el cuerpo humano. (Kroemer, 1994)

La biomecánica intenta explicar las características del cuerpo humano en términos mecánicos. El camino de la biomecánica no es nuevo. La biomecánica ha estado presente en la estática y la dinámica del cuerpo humano para explicar los efectos de la vibración y los impactos en el, para explorar las características de la columna vertebral, y para el desarrollo de aparatos para prótesis, tan sólo por mencionar algunos ejemplos.

Para Ramírez Cavassa (1991), “La Biomecánica estudia la mecánica y los alcances del movimiento humano; abarca disciplinas tales como la antropometría, la mecánica, la fisiología, la ingeniería, etc., que inciden en el comportamiento dinámico del ente biológico. El interés del ergónomo en este aspecto es determinar, conocer y manejar los movimientos importantes del individuo en su puesto de trabajo, condicionados a sus diferencias anatómicas, a la edad, sexo, ocupación, posición del cuerpo, y a la alimentación y el vestido”.

Los tipos de movimientos de las diferentes partes del cuerpo aumentan evidentemente sus posibilidades de utilización en relación con el equipo o maquinas al cual está asignado. Dichas posibilidades se traducen en una multiplicación de los efectos, como resultado de la aplicación de los diferentes miembros del cuerpo humano. Un movimiento de cabeza ampliará el campo visual sobre el que se está trabajando. Es importante considerar un movimiento de tronco en la determinación del área de trabajo, por el mismo hecho de involucrar la mayor cantidad de órganos vitales, toda vez que el tronco sirve no solamente de enlace entre las diferentes partes del cuerpo, sino que también funge como elemento elástico para alcanzar determinadas distancias (Ramírez Cavassa, 1991).

Es importante conocer los tipos de movimientos más comunes realizados por los brazos, antebrazos y las manos, Putz-Anderson (1988), define a “Los tipos de movimientos que deben ser técnicamente conocidos por su ejecución permanente tanto en trabajos generales como específicos, y que deben servir de pauta para

organizar el área de trabajo, determinan la fatiga en función de los tiempos prolongados a que puede estar expuesto el individuo y prescribir las medidas pertinentes de seguridad preventivas y correctivas, los cuales se describen a continuación y se ilustran en la figura.1:

FLEXION.- Curvatura o reducción que forman partes del cuerpo.

Radial.- movimiento lateral de la mano que ocupa el pulgar hacia el lado radial del antebrazo (lado extremo del brazo).

Lunar.- movimiento de la parte opuesta a la anterior hacia el lado lunar o cubital del antebrazo (lado interior del brazo).

EXTENSION.-Enderezamiento o incremento del ángulo que forman partes del cuerpo. Se define por lo general como el retorno de la flexión. Cuando la extensión de una articulación excede a lo normal, se denomina “Hiperextensión”.

ABDUCCION.-Movimiento de un segmento del cuerpo más allá del eje medio de este o de la parte a que va unido.

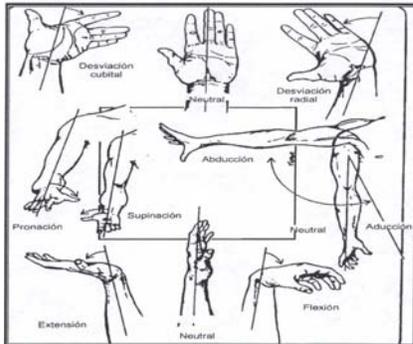
ADUCCION.-Movimiento de un segmento o combinación de segmentos del cuerpo hacia el eje medio de este o de la parte que esta o están unidos.

PRONACION.-Giro del antebrazo de manera que la palma de la mano se orienta hacia abajo.

SUPINACION.-Giro del antebrazo de manera que la palma de la mano se oriente hacia arriba (Putz-Anderson, 1988).

Figura.1 Tipos de Movimientos.

Fuente: Putz-Anderson, Vern, Cumulative trauma disorders, pág. 116



3.4 Anatomía Humana

El funcionamiento del cuerpo humano se basa en los sistemas músculo esquelético que se exponen resumidos a continuación. Este trabajo comprende información independiente para cada uno de los sistemas mencionados.

Primeramente se explicara el sistema óseo el cual se integra por huesos que protegen órganos vitales, como los del esternón, dan rigidez y permiten efectuar tareas, como las de las extremidades que son las más relacionadas con el trabajo. El esqueleto humano consiste en dos sistemas de palancas (brazos y piernas) que se unen a un tercero articulado (la columna vertebral). El ensamblaje de vertebras, discos y ligamentos de la columna vertebral permite inclinar el cuerpo fácilmente

hacia adelante hasta casi 180°; asimismo, permite una rotación de 90° en las vertebrae del cuello y de 30° en la región lumbar.

El segundo es el sistema muscular, que se describe más adelante, el cual en combinación con lo anterior forman el sistema músculo esquelético.

3.4.1 El sistema muscular esquelético.

El esqueleto humano está formado por más de 200 huesos que se unen por bandas de tejido conjuntivo resistente y poco elástico denominados ligamentos. Las distintas partes del cuerpo varían mucho en su grado de movilidad. Por ejemplo, el brazo a la altura del hombro se mueve libremente, mientras que la articulación de la rodilla, se reduce a un movimiento de bisagra. Los movimientos de cada vertebra son muy limitados y los huesos que forman el cráneo son inmóviles. Los movimientos de los huesos del esqueleto se llevan a cabo gracias a las contracciones de los músculos esqueléticos que se unen a los huesos a través de tendones. Estas contracciones musculares están controladas por el sistema nervioso. Que se aprecia en la figura.2:

Figura .2 Esqueleto Humano.

Fuente: Biblioteca de consulta Microsoft Encarta 2005.

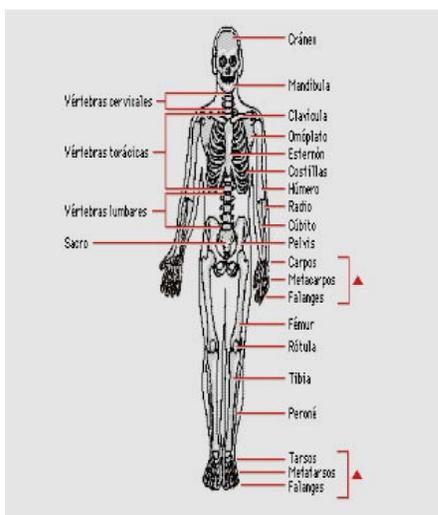
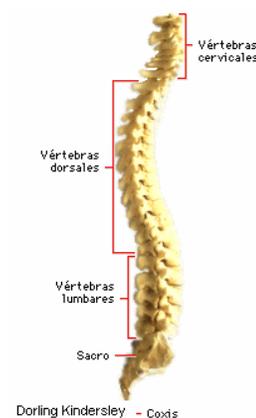


Figura. 3 Columna Vertebral Humana

Fuente: Biblioteca de consulta Microsoft Encarta 2005



3.4.1.1 Columna Vertebral

Columna vertebral, nombre genérico dado a la estructura de hueso o cartilago que rodea y protege la medula espinal en los animales vertebrados.

También recibe el nombre de raquis o espina dorsal. Presentada en la figura 3:

3.4.1.1.1 Anatomía y fisiología

La columna vertebral forma la parte principal del esqueleto. A ella se unen el cráneo, las costillas y la pelvis.

La forma y el tamaño de las vertebrae varían de acuerdo a los diferentes tipos de animales. En general se disponen como una columna y están unidas por ligamentos de tejido conjuntivo que mantienen los huesos unidos y forma una articulación. En el ser humano, la columna vertebral está formada por 33 vertebrae: 7 cervicales en el cuello; 12 torácicas o dorsales en la región del tórax, a las que se unen doce pares de costillas; 5 lumbares en la zona baja de la espalda; 5 sacras fusionadas que forman un hueso sólido (conocido como sacro) que encaja como una cuña entre los huesos de la pelvis; y un número variable de vertebrae fusionadas por debajo del sacro formando la última vertebra (cóccix.)

Antes del nacimiento la columna vertebral humana forma una curva simple con la superficie convexa hacia atrás. Al nacer están presentes dos curvas primarias, que son cóncavas hacia adelante. La superior se localiza en la región torácica, y la más inferior en la región sacra. Si el niño se desarrolla con normalidad, aparecen dos curvas compensadoras hacia adelante en la región cervical y lumbar por encima de las curvas primarias. Estas curvas normales proporcionan un grado de elasticidad que no sería posible en una serie de huesos apilados de forma rígida, sin curvas.

La mayoría de las vertebrae individuales tienen una forma similar a un anillo. El cuerpo o porción gruesa del anillo está ubicado hacia adelante. Entre cada una de las vertebrae hay un grueso disco fibroso de cartílago, denominado disco intervertebral, que forma la articulación principal entre los cuerpos de dos vertebrae adyacentes. Sin embargo, las vertebrae también se mueven entre sí en otras articulaciones pequeñas.

La porción gruesa del anillo representa la mayor parte de la vertebra, y consiste en una masa de hueso sólido que soporta la carga, está situada en la zona anterior de la vertebra y separada de los cuerpos de las vertebrae anterior y posterior por los discos intervertebrales. A cada lado del cuerpo hay un pilar de hueso ancho (pedículo) que se dirige hacia atrás. Los pedículos y el dorso del cuerpo delimitan un espacio circular, el conducto o agujero vertebral, ocupado por la médula espinal.

Las vertebrae de cada región de la columna vertebral de los mamíferos tienen características propias. En las vertebrae cervicales superiores las apófisis transversas presentan un agujero para el paso de la arteria vertebral. Las apófisis espinosas de estas vertebrae son muy cortas.

Las dos primeras vertebrae cervicales tienen una forma muy diferente a las otras. La primera vértebra cervical, o atlas, no tiene cuerpo, sino un arco óseo que presenta una depresión. Las apófisis articulares superiores del axis se articulan con los cóndilos (proyecciones circulares de hueso) occipitales del cráneo. La segunda

vértebra cervical o axis tiene una proyección en la cima de su cuerpo que se ajusta como un pivote a una depresión localizada en la vertebra atlas.

Las apófisis transversas de las vertebra torácicas tienen superficies articulares para las costillas mientras que las apófisis espinosas son largas, se proyectan hacia abajo, y se superponen entre sí. Las vertebra lumbares tienen cuerpos pesados y grandes, y las apófisis transversas y espinosas son más pequeñas.

3.4.1.2 Anomalías y enfermedades

En los seres humanos son frecuentes las curvas patológicas de la columna vertebral. Pueden aparecer por debilidad de los ligamentos, enfermedades o anomalías congénitas de la columna vertebral y por lesiones o contracturas de los músculos de la espalda.

Las alteraciones de las curvas vertebrales pueden ser de diversos tipos: en el plano lateral se describen lo que conocemos como escoliosis (concavidad derecha o izquierda), que se acompaña generalmente de rotación vertebral y puede ser única o múltiple (dos curvas); y en el plano frontal, las cifosis (convexidad dorsal) o lordosis (concavidad dorsal). La mayoría de estas alteraciones son idiopáticas (de causa desconocida), o se deben a alteraciones neuromusculares (parálisis) u osteocartilaginosas por infecciones como la tuberculosis, trastornos del crecimiento u osteoporosis. El síntoma más frecuente es la asimetría, la existencia de una curva o incluso de una prominencia (joroba) y dolor en la región afectada, aunque en algunas ocasiones no aparecen síntomas.

El tratamiento depende de la gravedad del trastorno. Los casos con deformidad leve sólo requieren observación y, en ocasiones un programa de ejercicios específicos y medidas higiénico-posturales. En los casos moderados se puede intentar controlar la deformidad con corsés y fisioterapia. Los casos más graves requieren cirugía, que consiste en la artrodesis (fusión de unas vertebra con otras) para limitar la movilidad y el dolor; para ello se realiza un injerto óseo (de la propia persona o de un donante) e implantes (sistemas de barras, ganchos, tornillos, o alambres metálicos más o menos rígidos) para mantener la corrección de la deformidad, conseguida con la cirugía. También son muy frecuentes los trastornos debidos a alteraciones del disco intervertebral.

Estos se deben a la aparición de una hernia del material del disco intervertebral que puede comprimir las raíces nerviosas, dando lugar al cuadro clínico llamado hernia discal. La mayoría de estos casos se corrigen con un tratamiento local, y sólo en un 5% de los mismos es necesaria la cirugía. Es muy frecuente la artrosis (enfermedad degenerativa) de la columna lumbar, que provoca cuadros de lumbalgia (dolor en región lumbar) o cialgia (dolor irradiado por la cara posterior de los glúteos); estos trastornos mejoran con un tratamiento directo sobre la superficie afectada.

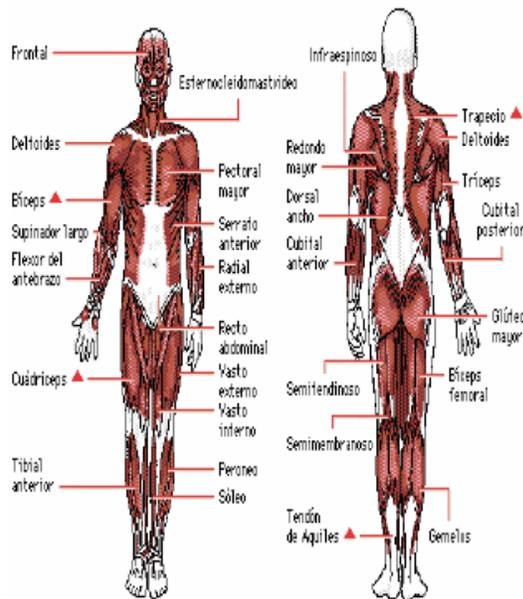
3.4.2 Musculatura

Músculo, “Tejido u órgano del cuerpo animal caracterizado por su capacidad para contraerse, por lo general en respuesta a un estímulo nervioso”. La unidad básica de todo músculo es la miofibrilla, estructura filiforme muy pequeña formada por proteínas complejas. Cada célula muscular o fibra contiene varias miofibrillas, compuestas de miofilamentos de dos tipos, gruesos y delgados, que adoptan una disposición regular. (Reader’s digest, 1999)

Es de mucha importancia el conocer el funcionamiento y tipos de músculos del cuerpo humano, por lo que, el sistema óseo y las articulaciones del cuerpo no son capaces por sí sólo de realizar un trabajo, si no es con el apoyo del sistema muscular, que se aprecia en la figura.4.

Figura. 4 Musculatura Humana.

Fuente: Biblioteca de consulta Microsoft Encarta 2005



El cuerpo humano cuenta con tres tipos de músculos:

- Músculos estriados. Aquellos que controlan la acción de los principales huesos; constituidos por fibras alargadas y finas que se unen a los huesos por medio de tendones. Funcionan controlados por el individuo y constituyen el 40% de los músculos del organismo.
- Músculos protectores. De apariencia lisa, mantienen el funcionamiento de órganos vitales del cuerpo humano como el estómago y los intestinos.
- Músculos especiales y complejos. Como el corazón, que posee músculos estriados y protectores.

Existen tres tipos de tejido muscular: liso, esquelético y cardíaco.

3.4.2.1 Tipos de tejido muscular

Músculo liso o Músculos protectores.

El musculo está compuesto de células con forma de huso con un núcleo central, que carecen de estrías transversales aunque muestran débiles estrías longitudinales. El estímulo para la contracción de los músculos lisos esta mediado por el sistema nervioso vegetativo. El musculo liso se localiza en la piel, órganos internos, aparato reproductor, grandes vasos sanguíneos y aparato excretor.

Tejido muscular esquelético o Músculos estriado.

Este tipo de músculo está compuesto por fibras largas rodeadas de una membrana celular, el sarcolema. Los músculos esqueléticos están inervados a partir del sistema nervioso central, y debido a que este se halla en parte bajo control consciente, se llaman músculos voluntarios. La mayor parte de los músculos esqueléticos están unidos a zonas del esqueleto mediante inserciones de tejido conjuntivo llamadas tendones. Las contracciones del músculo esquelético permiten los movimientos de los distintos huesos y cartílagos del esqueleto. Los músculos esqueléticos forman la mayor parte de la masa corporal de los vertebrados.

Músculo cardiaco o Músculos especiales y complejos.

Este tipo de tejido muscular forma la mayor parte del corazón de los vertebrados. Las células presentan estriaciones longitudinales y transversales imperfectas y difieren del músculo esquelético sobre todo en la posición central de su núcleo y en la ramificación e interconexión de las fibras. El músculo cardiaco carece de control voluntario. Este inervado por el sistema nervioso vegetativo, aunque los impulsos procedentes de él sólo aumentan o disminuyen su actividad sin ser responsables de la contracción rítmica característica del miocardio vivo. El mecanismo de la contracción cardiaca se basa en la generación y transmisión automática de impulsos.

Funciones

El músculo liso se encuentra en órganos que también están formados por otros tejidos, como el corazón e intestino, que contienen capas de tejido conjuntivo. El músculo esquelético suele formar haces de fibrillas que componen estructuras musculares cuya función recuerda a un órgano. Con frecuencia, durante su acción retraen la piel de modo visible. Tales estructuras musculares tienen nombres que aluden a su forma, función e inserciones: por ejemplo, el músculo trapecio del dorso se llama de este modo porque se parece a la figura geométrica de nombre, y el músculo macetero (del griego, máster, masticador) de la cara debe su nombre a su función masticatoria. Las fibras musculares se han clasificado, por su función, en fibras de contracción lenta (tipo I) y de contracción rápida (tipo II).

La mayoría de los músculos esqueléticos están formados por ambos tipos de fibras, aunque uno de ellos predomine. Las fibras de contracción rápida, de color oscuro, se contraen con más velocidad y generan mucha potencia; las fibras de contracción lenta, más pálidas, están dotadas de gran resistencia. La contracción de una célula muscular se activa por la liberación de calcio del interior de la célula, en respuesta probablemente a los cambios eléctricos originados en la superficie celular.

Los músculos que realizan un ejercicio adecuado reaccionan a los estímulos con potencia y rapidez, y se dice que están dotados de tono. Como resultado de un uso excesivo pueden aumentar su tamaño (hipertrofia), consecuencia del aumento individual de cada una de las células musculares. Como resultado de una inactividad prolongada los músculos pueden disminuir su tamaño (atrofia) y debilitarse. En ciertas enfermedades, como ciertas formas de parálisis, el grado de atrofia puede ser tal que los músculos quedan reducidos a una parte de su tamaño normal (Encarta, 2005).

3.5 Historia de la Ergonomía.

La ergonomía integrada surgió hace algunos decenios; sin embargo, empíricamente data de los tiempos de la sociedad primitiva. Así, la arqueología ayuda a descubrir vasijas y arreos diversos, debidamente adecuados para el uso del hombre en función de sus dimensiones, necesidades e interacción con el entorno. “La palabra ergonomía proviene del griego argón = trabajo, y nomos = leyes naturales (Ramírez Cesar, 1991).

El término ergonomía fue propuesto por el naturalista polaco Woitej Yastembowski en 1857, en su estudio: Ensayos de ergonomía o ciencia del trabajo, basado en las leyes objetivas de la ciencia sobre la naturaleza, en el cual se proponían construir un modelo de la actividad humana laboral.

Frederick Taylor da los primeros pasos en el estudio de la actividad laboral con su obra Organización Científica del Trabajo, donde aplica el diseño de instrumentos elementales de trabajo, tales como palas de diferentes formas y dimensiones.” Posteriormente Sanders y McCormick comentan que, “Cerca del inicio de 1890, Frank y Lillian Gilbreth comenzaron un estudio sobre movimientos y su administración (métodos). El trabajo de los Gilbreth puede ser considerado como uno de los precursores en la ergonomía. Su trabajo incluyó el estudio del desempeño y la fatiga generados por los diseños de estaciones de trabajo y equipos deficientes (Sanders y McCormick, 1993).

En Septiembre de 1891 se celebró en Berna, El segundo Congreso Internacional de Accidentes de Trabajo, durante el cual se presentaron varios estudios sobre la prevención.

En 1919, al celebrarse el Tratado de Paz de Versalles, se crea en el mismo, la Organización Internacional del Trabajo. La protección del trabajador contra afecciones, enfermedades y lesiones originadas en el desarrollo de su trabajo, fue uno de los objetivos primordiales de la misma.

En la década de 1930 apareció en Francia la primera revista que se ocupó de temas encaminados a conocer y cuantificar el esfuerzo humano en relación con sus circunstancias laboral.

Durante la Segunda Guerra Mundial, estudios ergonómicos fueron aplicados a programas militares.

En Oxford, Inglaterra, en 1949 K.F.H Murrel, creó el término "ergonomía", acuñado de las raíces griegas *ergon*, trabajo y *nomos* ley, reglas. Con esta denominación se agruparon conocimientos médicos, psicológicos, técnicos, fisiológicos, industriales y militares, tendientes al estudio del hombre en su ambiente laboral (López, 1998).

3.5.1 Definición de Ergonomía.

La ergonomía se ocupa de la prevención de lesiones mediante el diseño adecuado del equipo, los lugares de trabajo, los productos y los métodos de trabajo, en función de las posibilidades y limitaciones de las personas (Salud laboral, 2000).

La Asociación Internacional de Ergonomía expresa que, "Es la disciplina científica interesada en la comprensión de la interacción entre los seres humanos y los elementos de un sistema; y la profesión que aplica la teoría, los principios, datos y métodos para diseñar, con el objeto de optimizar el bienestar de los seres humanos y el desempeño general del sistema (Amhsac, 2001).

Una de las más completas definiciones de ergonomía emitida por el Instituto de Ergonomía (INERMAP) y que se utilizará en lo sucesivo para entender mejor el significado y la relación con la propuesta en la aplicación de la evaluación, dice así: "Entendemos por Ergonomía, la metodología multidisciplinaria que tiene como objeto la adaptación de la técnica y las tareas al hombre. De esta adaptación, ha de derivarse un menor riesgo laboral, mayor confort en los puestos de trabajo, así como un enriquecimiento de los contenidos de los mismos. Todos estos aspectos son compatibles con una mejor productividad, a través, entre otros, del ahorro y optimización de los esfuerzos y movimientos en el desarrollo de las tareas, de una disminución de la probabilidad de errores, y de la mejora de las condiciones del trabajo" (Inermap, 1998).

La importancia que se ha ganado la ergonomía en algunas organizaciones industriales, se ejemplifica en el siguiente párrafo:

"...La ergonomía es una ciencia aplicada que se basa a la vez en la medicina e ingeniería, su finalidad es la adaptación en los métodos de trabajo, las herramientas y las condiciones del medio a la anatomía, la fisiología y las aptitudes del hombre con el objeto de reducir los esfuerzos innecesarios y por consiguiente la fatiga y el desgaste prematuro del organismo. La ergonomía no trata de modificar al hombre

sino sus condiciones de trabajo y se orienta principalmente a la protección del trabajador no al aumento de la producción. La aplicación de los principios de ergonomía puede hacer que un trabajo difícil deje de serlo y que por su aprendizaje resulte como consecuencia mucho más sencillo. La ventaja secundaria de un trabajo más fácil es por lo común un aumento de la productividad. Así pues las ventajas de la ergonomía son interesantes no sólo para el trabajador sino también para el patrón..."(Manual de ergonomía GM, 1998).

3.6 Factor de Riesgo Ergonómico

“Los riesgos ergonómicos han sido un tema a tener en cuenta, pero hace más o menos 150 años que comenzaron a multiplicarse por la Revolución Industrial que comienza en Inglaterra. Fue allí donde los accidentes de trabajo derivado de los riesgos ocasionados por las maquinas (en su mayoría, industrias de hilados) hicieron estragos sobre todo en jóvenes y niños. Diariamente los trabajadores eran víctimas de accidentes, lo que provocó la reclamación de Reformas, por parte de sindicatos y periodistas. Fue el Reino Unido donde prácticamente comienza la Revolución Industrial que provocará esta avalancha de accidentes, es también allí donde surge una corriente humanitaria que procuró ante todo acortar la duración de la jornada laboral y de proteger la salud de los niños, que eran los más perjudicados por la situación del trabajo en general.

Como resultado de una serie de inventos, la industria textil de la época paso gradualmente de la producción casera a la producción fabril. Surge una gran demanda de mano de obra barata, que vino a satisfacer a la niñez humilde. Estos niños trabajaban realmente ignorados, desamparados y olvidados. El numero de maquinas aumentaban sin cesar, también su potencia y velocidad, creando cada vez mayores peligros en las fabricas. El primer resultado concreto obtenido por los que abogaban por una mayor seguridad, fue la adopción en 1802 de una ley para proteger la salud y la moralidad de los aprendices y otros trabajadores hilanderos”. (<http://www.mastery.com/productpage.php/Topics>)

3.6.1 Definición de Riesgo Ergonómico

La palabra riesgo, tiene diferentes significados en situaciones diversas que deben aclararse según el caso. Generalmente se refiere a la posibilidad o probabilidad de que ocurra un suceso que tenga o pueda tener consecuencias adversas. (Encarta, 2005)

“Se considera Riesgo Ergonómico, a aquellas contingencias producidas por diversos agentes capaces de realizar un daño a la persona que trabaja”. (Humantech, 2000)

3.6.2 Definición de Accidente de Trabajo

Accidente es definido como: Suceso eventual o acción involuntaria que causa daño a persona o cosa. “Entiéndase por accidente de trabajo a todo suceso derivado de una actividad laboral que lesione el organismo del trabajador, lo perturbe funcionalmente, o cause su invalidez o muerte”. (Encarta, 2005)

También puede definirse, como “El accidente de trabajo sucede durante la ejecución de ordenes del empleador o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun si el trabajador se encuentra fuera del lugar de trabajo o del horario. También se considera como accidente de trabajo el que ocurre durante el traslado de los trabajadores desde su residencia hasta el lugar de trabajo o viceversa, sólo si el empleador suministra medio de transporte”. (Harper & Row, 1999)

Para Grimaldi y Simonds (1996) es un: Evento que ocurre por casualidad o por causas desconocidas (y, por lo tanto, no prevenibles).

Otra definición, muy común enuncia al accidente de trabajo como un acontecimiento imprevisto, incontrolado e indeseable que interrumpe el desarrollo normal de una actividad” (Saldaña, 1994)

El accidente es una combinación de riesgo físico y error humano, se puede ampliar señalando como riesgo físico nada menos que las condiciones peligrosas que presentan agentes materiales (herramientas y utensilios) y el medio ambiente, el error humano lo conforman los actos peligrosos o situaciones inherentes a la persona, ignorancia , temperamento, deficiencias físicas y mentales.

3.6.3 Identificación de los Factores de Riesgo Ergonómicos

Los factores de riesgos ergonómicos los clasifica en cinco (Ramírez, 1991), cuando otros autores, nada más, consideran tres factores, desde el punto de vista general. Esta comparación, no es muy impactante en las divisiones ya que realmente es cuestión de puntualidad, y estos se pueden apreciar mejor en las tablas. 1 y 2:

Tabla 1 Clasificación de los Riesgos Ergonómicos
Fuente: Ramírez Cavassa C; Ergonomía y Productividad; 1991; pág. 97

FACTORES DE RIESGO	De las personas	Diferencias físicas entre las personas
	Del lugar de trabajo	Equipo, herramientas, piezas y accesorios con los que interactúa el trabajador
	Del medio ambiente	Agentes físicos a que se expone el trabajador

Tabla .2 Clasificación de Riesgos Ergonómicos
Fuente: Marroquín, P. E; García P.E; Curso ERGO GA-MA; 1997, pág. 3-15

FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICOS	Diseño de equipo	Diseño normalizado del equipo que obedece a las características somáticas y fisiológicas del trabajador
	Diseño del puesto	Diseño en aspectos dimensionales y de acondicionamiento
	Equipos y herramientas	Diseñadas de acuerdo a las características antropométricas y biomecánicas del trabajador para su uso, manipulación y almacenamiento
	Comunicación	La ausencia de indicaciones o su mala interpretación son causa del error humano (edad, experiencia, habilidad mental, conocimiento, propensión a accidentes, etc.)
	Medio ambiente	Agentes físicos (ruido, vibración, iluminación, etc.) Grado de insalubridad del medio de trabajo y contaminación El propio ambiente de trabajo (temperatura, aeración, calefacción, etc.)

3.6.3.1 Los Factores de Riesgo

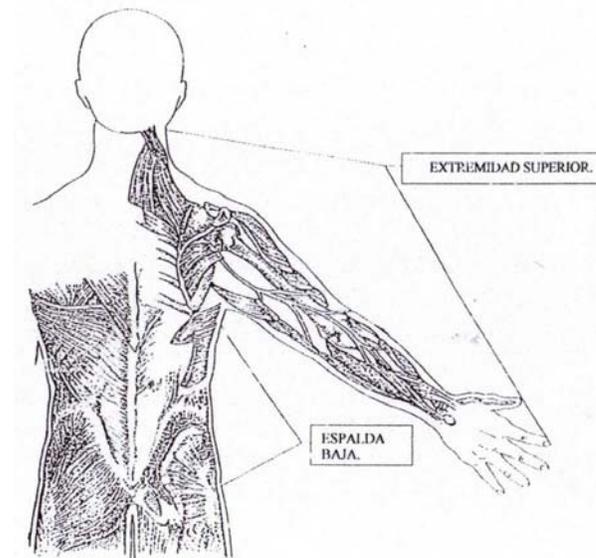
El factor de riesgo es conocido también, como “El elemento o componente de un trabajo que incrementa la oportunidad de lesión o enfermedad para el trabajador” (Marroquín- García, 1997)

Los desordenes por trauma acumulativo usualmente ocurren en dos áreas del cuerpo:

- Extremidad Superior.
- Espalda Baja.

Por lo que los factores de riesgo se identificaran con base en estos dos grandes grupos, que se muestran en la figura.5

Figura 5 Partes del Cuerpo que son afectadas por los DTA's.



3.6.3.1.1 Definición de Extremidad Superior.

La extremidad superior es el área del cuerpo desde el cuello hasta la punta de los dedos incluyendo el cuello, hombro, codo, antebrazo, muñeca, dedos y pulgar.

Para el estudio y fácil comprensión de los factores de riesgo de las extremidades superiores se agruparan en tres categorías, los cuales se explican a continuación de forma particular:

- Del lugar de trabajo. El equipo, herramientas, piezas y accesorios con los que interactúa el trabajador.
- Del medio ambiente. Agentes físicos como el ruido, luz y temperaturas a que se expone el trabajador.
- Individuales. Diferencias físicas entre las personas.

En cada categoría cuando más de uno de los factores de riesgo se combinan la posibilidad de lesión se incrementa.

a) Factores de Riesgo del Lugar De Trabajo.

Los factores de riesgo en el lugar de trabajo son cinco y subdividen como se muestra en la tabla. 3:

Tabla. 3 Factores de riesgo del lugar de trabajo

Fuente: Manual de Ergonomía de General Motors de México, pág. 33

POSTURAS INCOMODAS	ALCANCES POR ENCIMA DE LOS HOMBROS
	ALCANCES HACIA AFUERA O ATRAS DEL CUERPO
	DOBLAR O TORCER LAS MUÑECAS
CONCENTRACIONES DE ESTRÉS MECÁNICO	MANEJO DE OBJETOS AGUDOS
	USAR LA MANO COMO MARTILLO
	INCLINARSE SOBRE OBJETOS AGUDOS

REPETITIVIDAD

VIGOROSIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD	LEVANTAR
		INCLINARSE
		EMPUJAR
		JALAR
		CARGAR
		SOSTENER
		USO DE HERRAMIENTAS
	POSTURA / POSICIÓN DEL CUERPO	SITUACIÓN DE LAS MANOS CON RESPECTO DEL CUERPO
		USO DE UNA O AMBAS MANOS.
		DIRECCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA FUERZA
	TIPO DE AGARRE	DE PODER
		DE PINZA
		USO DE GUANTES
LUBRICACIÓN		

VIBRACION SEGMENTARIA

Repetitividad

Como factor de riesgo se refiere a la secuencia de esfuerzos o posturas sostenidas durante un periodo de tiempo dado que puedan causar estrés físico.

La duración y frecuencia de las actividades afectan la cantidad de fuerza necesaria para desarrollar una tarea. La capacidad de un trabajador para aplicar fuerza es disminuida por el número de veces que la fuerza es ejercida. También se disminuye por la duración del tiempo que la fuerza debe ser ejercida.

Si un trabajador desarrolla tareas vigorosas repetidamente, puede provocarse fatiga localizada. Esto incrementa el riesgo de lesión.

Vigorosidad

Es la cantidad de esfuerzo físico que una persona utiliza para realizar un trabajo. Puede ser afectada por los siguientes factores:

- Tipo de actividad.
 - Levantar.

- Inclinarsse.
- Empujar.
- Jalar.
- Cargar.
- Sostener.
- Uso de herramientas.

Postura del cuerpo / posición

La postura o posición usada para desarrollar trabajos afecta la cantidad de fuerza ejercida por un trabajador.

Ejemplos de factores que pueden afectar el esfuerzo son:

- Situación de las manos con respecto al cuerpo.
- Que una o ambas manos sean usadas.
- La dirección en que la fuerza es aplicada.

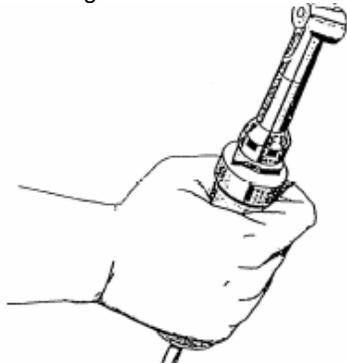
Posturas o posiciones que exceden el grado normal de movimiento incrementan la cantidad de fuerza ejercida sobre estructuras del cuerpo. Esto reduce la capacidad de un trabajador para ejercer y mantener la fuerza sin dañarse. (Reader's Digest, 1999)

Tipo de agarre

Los tipos más comunes de agarre manual son el agarre de fuerza y el agarre de pinza. También son considerados como el agarre con toda la mano y el agarre con las puntas de los dedos. Un agarre de fuerza se hace apretando la mano alrededor de un objeto con un contacto continuo entre la punta del pulgar y las puntas de los dedos. Como se muestra en la figura. 6:

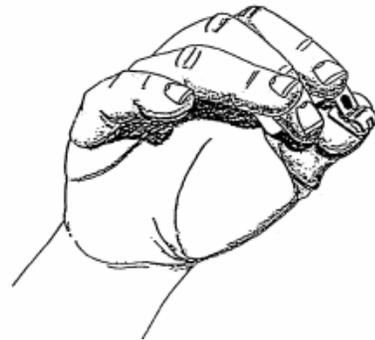
Figura.6 Agarre de fuerza

Fuente: Manual de Ergonomía de General Motors de México, pág. 38



Un agarre de pinza o de puntas de los dedos se hace levantando o sosteniendo con las puntas de los dedos. La fuerza de un agarre de fuerza es cuatro o más veces mayor que un agarre de pinza. Un agarre de fuerza aporta menos estrés sobre la extremidad superior que un agarre de pinza. Los trabajos deben usar un agarre de fuerza lo más posible. Un agarre de pinza se puede ver en la figura. 7:

Figura. 7 Agarre de pinza
Fuente: Manual de Ergonomía de General Motors de México, Pág. 38.



Los guantes pueden aumentar o disminuir la cantidad de fuerza necesaria para agarrar una pieza o herramienta.

Lubricación (Resbalosidad)

Se requiere de mayor fuerza para manejar herramientas, piezas o equipo con superficies muy lisas o cubiertas por fluidos, aceites o lubricantes.

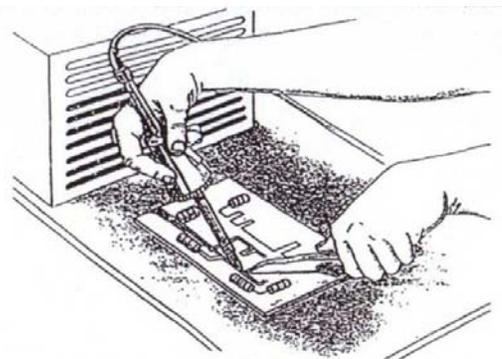
Posturas Incomodas

Las posturas de trabajo incorrectas pueden incrementar el riesgo de trastornos por trauma acumulativo. Algunos ejemplos de posturas incorrectas incluyen:

- Alcances por encima de los hombros.
- Estirarse hacia atrás del cuerpo.
- Doblar o torcer las muñecas.

Figura .8:

Figura. 8. Doblar o torcer la muñeca
Fuente: Putz-Anderson, DTA's, pág. 47.



Siempre debe de buscarse la postura de trabajo óptima para cada trabajo. Esta se puede apreciar en la figura No.9. Note que los codos están a los costados del cuerpo. Las muñecas deben estar rectas. Un agarre de fuerza deberá ser usado lo más posible. Para tareas de manipulación fina como colocar tornillos o seleccionar pequeñas piezas, el agarre de fuerza puede no ser factible.

Figura. 9. Postura óptima, Fuente: Ramírez Cavassa, C; Ergonomía y Productividad, pág. 149

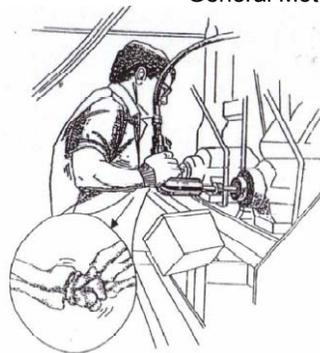


Vibración Segmentaria

La vibración que es transmitida a través de la mano y se dispersa mientras viaja a través del cuerpo es llamada vibración segmentaria. Este tipo de vibración es comúnmente causada por herramientas potenciales como trituradoras, moledoras o estampadoras. También puede ser causada por herramientas fragmentadoras, sierras de cadena o remachadoras. El uso continuo de herramientas que causan vibración a las manos y muñecas incrementa el riesgo de lesión y trastornos por traumatismo acumulativo.

Figura .10 Vibración segmentaria.
Fuente: Manual de Ergonomía de General Motors de México.

El riesgo se incrementa si estas herramientas son usadas en combinación con posturas incorrectas y / o bajas temperaturas. Una operación en la que se encuentra vibración segmentaria es la que se muestra en la figura.10.



Concentraciones de estrés mecánico

Las concentraciones de estrés mecánico con presiones que ocurren sobre estructuras de tejido suave. Este tipo de estrés frecuentemente ocurre sobre la mano. Puede ser causada por herramientas manuales pobremente diseñadas las cuales se clavan al

tejido blando en la base de la palma de la mano, o los dedos.



Figura. 11: Estrés mecánico en dedos-mano

El estrés mecánico también puede resultar de:
Manejo de objetos agudos. Figura .12.

Estas acciones comprimen los nervios y vasos sanguíneos en la mano. Lo cual genera con mayor frecuencia trastornos por trauma acumulativo. Las concentraciones de estrés mecánico pueden también ocurrir en el codo, cintura o axilas. Apoyarse o restregarse contra superficies agudas por periodos de tiempo prolongado puede comprimir estructuras suaves en estas áreas.

Figura.12 Estrés mecánico por objetos agudos
Fuente: Manual de Ergonomía de General Motors de México, pág. 43.



b) Factores de Riesgo del Medio Ambiente.

Los factores de riesgo del medio ambiente que afectan la extremidad superior se representan, de la siguiente forma:

LUZ	
RUIDO	
TEMPERATURA	CALOR
	FRIO
	HUMEDAD

Las condiciones físicas como la luz, el ruido y temperatura pueden crear condiciones que afectan adversamente a los trabajadores. En particular la extremidad superior se puede ver afectada adversamente por temperaturas extremas.

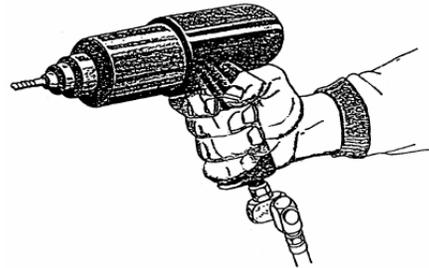
Temperaturas Extremas

La temperatura del lugar de trabajo puede afectar el desempeño y la salud de una persona. Un ambiente que es muy caliente o excesivamente húmedo causa que el cuerpo trabaje más duro para deshacerse del calor. La transpiración y el flujo sanguíneo de la piel aumentan. Esto puede conducir a fatiga y otros efectos sobre la salud que van desde debilidad muscular hasta choque por calor.

Los ambientes que son muy fríos causan que el cuerpo compense la Pérdida de calor temblando. La circulación sanguínea a la piel se reduce, en casos extremos, las temperaturas frías pueden causar hipotermia.

Figura. 13 Herramienta neumática. Fuente: Manual de Ergonomía de General Motors de México

Las vías localizadas de frío, como la expulsión de aire de herramientas neumáticas, puede causar que las manos y muñecas se vuelvan entumidas y tiesas. Esto incrementa el riesgo de lesión o trastorno por traumatismo acumulativo. En la figura.13 se ejemplifica correctamente esta situación:



c) Factores de Riesgo Individuales.

Los factores de riesgo individuales que pueden relacionarse con desordenes por trauma acumulativo son:

- Edad Avanzada.
- Diabetes.
- Artritis.
- Talla / Complejión.
- Pasatiempos / Deportes.

Al estar presente alguno o una combinación de estos factores, en algún individuo, no podrán ser usados para predeterminar el desarrollo de un desorden por trauma acumulativo en ausencia de factores de riesgo relacionados con el trabajo y con el medio ambiente." (Manual de ergonomía de GM, 1998)

3.7 Definición de Desórdenes por Trauma Acumulativo

Putz - Anderson (1994), define Desordenes Traumático Acumulativos combinando el significado de cada una de las palabras que lo componen: "Acumulativos indica que la lesión se ha desarrollado gradualmente a través de un periodo de tiempo (semanas, meses o años), como resultado de un esfuerzo repetido en alguna parte del cuerpo. Este concepto se basa en la teoría de que cada repetición de alguna actividad produce algún micro-trauma resultado del deterioro del cuerpo; Traumático significa una lesión corporal ocasionada por esfuerzos mecánicos y desorden se refiere a condiciones físicas anormales". Por lo tanto, integrando estos conceptos se puede concluir que un Desorden Traumático Acumulativo es una lesión física que se

desarrolla gradualmente sobre un periodo de tiempo; como resultado de repetidos esfuerzos sobre una parte específica del sistema músculo - esquelético.

Los desordenes por trauma (o traumatismo) acumulativo son lesiones o daños a los tejidos corporales por fuerzas externas que se han ido desarrollando con el paso del tiempo; son lesiones y enfermedades que afectan primariamente a los músculos, tendones, nervios y vasos sanguíneos; incluyen una gran variedad de lesiones y enfermedades que resultan de exposiciones repetidas o durante largo tiempo a estrés físico (Putz-Anderson, 1988).

“Los Desordenes de Trauma Acumulativos (DTA) son aquellas lesiones causadas por deterioro y desgaste en el cuerpo humano”.

Un desorden por trauma acumulativo es el resultado de un uso excesivo de algún elemento del cuerpo humano, regularmente una articulación, un tendón o un músculo. En contraste con una simple lesión, conocida como aguda o traumática, los desordenes por traumatismo acumulativo son el resultado de mantener esfuerzos o de la realización de actividades altamente repetitivas las cuales no son consideradas como lesiones cuando ocurren alguna vez u ocasionalmente, pero cuando tienen una frecuencia de aparición corta, los efectos acumulados finalmente resultan en una lesión más seria. Los efectos son regularmente relacionados con posturas corporales, energía de movimiento o fuerzas extensoras; así como la duración o repetitividad. Diferentes términos han sido utilizados para describir este fenómeno, tales como: desordenes, lesiones o síndrome por uso excesivo, desordenes músculo-esqueléticos regionales, desordenes relacionados con el trabajo, estrés repetitivo o lesiones por la fuerza del movimiento, osteoartritis, problemas reumáticos o trastornos por traumatismo acumulativo. (Humantech, 2000).

Las lesiones de movimiento repetitivo (también llamadas desorden traumático acumulativo o DTA) ocurren cuando alguna acción, usualmente agachándose o torciéndose, es realizada de forma repetitiva o muchas veces. Dolor o cualquier otra señal puede aparecer poco a poco. Las partes del cuerpo que mayormente son afectadas por lesiones de movimiento repetitivo son: los dedos, manos, muñecas, codos, brazos, hombros, espalda y el cuello. Las otras partes también pueden ser afectadas. Si ocurre algún dolor en cualquier parte mencionada anteriormente u otra parte del cuerpo, no lo ignore. El dolor no se calmará, por el contrario se volverá peor, y la lesión se tornará más severa. (Nacional Ag Safety Database, 2004).

Asimismo, se ha considerado al trauma acumulativo un problema de gigantescas proporciones en el mundo de la medicina del trabajo y para los sistemas de seguridad social en todos los países. Por lo que, “Los DTA’s se han incrementado considerablemente en las últimas décadas, hasta el punto de considerarse la nueva epidemia industrial” (Rocha C, 1991).

La NIOSH indica que, “En la actualidad, tanto en el ámbito nacional como internacional, uno de los motivos más frecuentes de consulta médica por parte de los

trabajadores de la industria son los DTA's" (Department of Health and Human, 1997).

Apretando ligeramente una lata de refresco no se daña inmediatamente, pero apretándola con la misma fuerza 15 o 20 veces, lo hará. La frecuente aplicación de fuerza a la lata de refresco forma desgaste que eventualmente hace que esta se destruya.

Es lo mismo para el cuerpo humano; una fuerza que es aplicada una sola vez no causa daño, pero su repetición lo hará, y puede causar deterioro y desgaste en las partes de nuestro cuerpo.

Las posiciones o posturas más comunes, usadas en el trabajo son: sentado y de pie, pero, algunas otras, como acostado también son usadas, por ejemplo: al desarrollar algún trabajo de reparación automotriz. Además, en muchos países orientales sentado o de rodillas en el piso es una postura de trabajo bastante común.

La postura de sentado es particularmente usada cuando el espacio de trabajo es relativamente pequeño y deberá ser realizado con las manos, en resumen, se controla el desarrollo de las actividades desde esta posición. Para estas estaciones y las herramientas de trabajo que se usen deberán ser diseñadas en forma apropiada, utilizando algunas restricciones o recomendaciones ergonómicas para el diseño de estaciones de trabajo para posiciones de pie.

El espacio de trabajo de las manos depende de la postura del cuerpo y los requerimientos del trabajo que se va a realizar. Por lo que, diversos espacios de trabajo pueden ser concebidos; Asimismo los requerimientos laborales de visión determinan también el volumen óptimo de trabajo. (Putz-Anderson, 2001)

"El uso de controles puede ser realizado igualmente por las manos o los pies. La operación con el pie es fuerte pero lenta, y puede ser requerida sólo para operadores sentados. Los controles manuales son más rápidos, débiles pero mucho más versátiles que los operados con los pies". (Putz-Anderson, 2001)

La superficie de contacto con la mano, en las herramientas o equipos puede ser diseñada para adaptarse en forma correcta a la mano. Esto no sólo requiere conocer el tamaño apropiado de la mano, sino también requiere la adaptación de esta a la muñeca o brazo para no provocar en estas articulaciones posturas forzadas o tensionantes.

Posturas inapropiadas, operaciones repetitivas que además requieran un esfuerzo vigoroso para su realización, pueden llegar a desencadenar traumatismos acumulativos, la mayoría de las veces este tipo de trastorno se asocia con el uso repetitivo de herramientas manuales, particularmente si estas tienen algún tipo de vibración. Otra fuente común que puede dar origen a estos trastornos es la frecuencia de utilización de los teclados para computadora.

Kroemer (1994), recopila información muy valiosa que permite dar a conocer la trascendencia de los DTA's, tales como: "El codo de tenista o golfista", "El calambre de telegrafista". Hace trescientos años, Bernardino Ramazzini describió los efectos que aparecieron en trabajadores quienes realizaron violentos e irregulares movimientos así como asumieron posturas antinaturales al realizar su trabajo, asimismo alerto sobre la posible aparición de estos trastornos en empleados de oficinas, creyendo que esto era posible por la repetitividad de los movimientos de las manos, por la contracción corporal al asumir alguna postura forzada y por el estrés mental excesivo.

Posteriormente, en el siglo veinte muchos casos sobre este tipo de trastornos fueron reportados desde muy diversos tipos de trabajo, como: la agricultura, la industria o las oficinas. En el campo de la medicina, este tipo de trastornos ha sido extensamente diagnosticado. Por ejemplo: En 1983, Gray describió la inflamación de los tendones extensores del dedo pulgar y su recubrimiento, después de ser sometido a un excesivo ejercicio; Tanzer (1959) publicó, el ya clásico, reporte sobre el síndrome del túnel carpiano.

Asimismo, durante el desarrollo de estos trastornos, sus diagnósticos y sus respectivos tratamientos médicos estuvieron ligeramente conocidos y establecidos en la mitad del siglo veinte, así como su relación con las actividades ocupacionales que han sido plenamente argumentadas. Sin embargo, existe una evidente tendencia de individuos predispuestos a desarrollar este tipo de trastornos, por ejemplo, las personas que padecen de artritis, diabetes, problemas en el sistema renal y / o con deficientes niveles de vitamina B6. En mujeres, en estado de gestación, algunas otras que han sido sometidas a cirugías ginecológicas y otras que han utilizado algún tipo de anticonceptivos orales, de igual manera han sido estadísticamente relacionadas con la frecuencia de desarrollo de estos trastornos."

Es importante advertir que el uso razonable del cuerpo, no puede desencadenar este tipo de trastornos, ya que en algunas ocasiones la gente comienza a desarrollar una especie de histeria colectiva por el miedo a contraer este tipo de trastornos.

3.7.1 Grupos de los Trastornos por Traumatismo Acumulativo.

Estos grupos están determinados por las estructuras del cuerpo afectadas por un traumatismo acumulativo, que se derivan en:

- Problemas Músculo-esqueléticos.
- Problemas Nerviosos.
- Problemas Circulatorios.

Problemas Músculo-esqueléticos

En este grupo se presentan: Tirones, Inflamaciones y Torceduras. Un tirón es una lesión del músculo o tendón. Los músculos pueden ser hiperextendidos, los cuales se asocian con un apropiado dolor e inflamación. Una lesión más seria se presenta cuando un grupo de fibras son despedazadas. Si el flujo de sangre o de impulsos nerviosos es interrumpido por un periodo largo de tiempo, el músculo se atrofia. Los tendones contienen fibras de colágeno, las cuales tampoco se extienden o contraen; si son sobre forzadas estas se pueden rasgar. Los tejidos que se han recuperado de una lesión y en los cuales se aplican tensiones crónicas, pueden ser fácilmente dañados nuevamente.

De igual manera, la superficie de los tendones puede llegar a endurecerse impidiendo sus movimientos a lo largo de otros tejidos. Un movimiento sin apoyo o al vuelo de un tendón en su vaina protectora es causado por una contracción y una relajación muscular, esta puede ser relativamente larga, por ejemplo cinco centímetros en la mano cuando un dedo es movido desde su total extensión hasta su flexión total. El líquido sinovial en la vaina que contiene al tendón, actúa como un lubricante para permitir un fácil movimiento al vuelo, posiblemente este sea disminuido, porque estos causan fricción entre el tendón y su vaina protectora. Los primeros signos son una sensación de ardor y dolor, los cuales se manifiestan con una inflamación.

La inflamación de un tendón o su vaina es una respuesta protectora del cuerpo, su propósito es comenzar a limitar la invasión bacterial. La sensación de ardor y la hinchazón provocada por la acumulación de la sangre, como resultado de una compresión de los tejidos que provoca dolor. El movimiento dentro del tendón, por la hinchazón que lo rodea, es limitado. Realizar movimientos forzados bajo estas condiciones puede causar la inflamación de otros tejidos fibrosos cercanos, los cuales en cambio, pueden establecerse como condiciones críticas o permanentes de esta dolencia.

Una Bursa, es un saco lleno de fluido que está revestido con la membrana sinovial, es un viscoso acojinamiento el cual impide el rozamiento entre el músculo o tendón y el hueso. Un tendón regularmente usado, particularmente si este ha llegado a estar endurecido, posiblemente irrite la Bursa adyacente, estableciendo de inmediato una reacción inflamatoria (muy parecida a la inflamación de la vaina que contiene a los tendones) la cual limita o elimina el libre movimiento del tendón y por esto reduce el movimiento de la articulación.

Cuando una articulación es desplazada a través de su rango regular, las fibras del ligamento pueden ser hiperextendidas, torcidas, o empujadas desde el hueso. Esta acción es nombrada como una torcedura, que regularmente puede resultar desde un trauma simple, pero posiblemente también causada por acciones repetitivas. Las lesiones en los ligamentos pueden tomar semanas o meses para sanar, por que el suministro de sangre que les llega es pobre o deficiente. Una torcedura de ligamento

puede acarrear inestabilidad en la articulación más cercana a la torcedura y puede incrementar el riesgo de posibles lesiones.

Problemas Nerviosos

Para este grupo es importante la compresión de los nervios. El sistema nervioso también puede verse afectado por repetidas o ininterrumpidas presiones. Tal presión puede provenir de huesos, ligamentos, tendones, la vaina que contiene a los tendones y músculos del cuerpo humano; o también de superficies duras y orillas agudas en mesas o estaciones de trabajo, herramientas y equipo en general. La presión dentro del cuerpo humano puede ocurrir si la posición de una parte del cuerpo reduce el libre paso de cada nervio a través de su abertura. Otra fuente de compresión, una combinación de la anterior, puede resultar en la irritación e hinchazón de otras estructuras dentro de esta abertura, regularmente de tendones o de una vaina de tendones. El síndrome del túnel carpiano es un caso típico de la compresión de un nervio.

El daño a la capacidad motriz de un nervio, reduce la habilidad para transmitir señales que igualmente dañan la capacidad motora de los músculos. Así, la capacidad motriz de un nervio dañada, impide el control sobre la actividad de los músculos, y en lo sucesivo reducirá la habilidad para generar fuerza o torque para la aplicación de herramientas, equipos y objetos de trabajo. El daño a la sensibilidad nerviosa reduce la información que esta puede traer de regreso desde sensores para el sistema nervioso central. La retroalimentación sensorial es muy importante para muchas actividades, porque esta contiene información sobre fuerza y presión aplicada, posiciones asumidas y movimiento experimentado. El daño a la sensibilidad nerviosa usualmente origina sensaciones de entumecimiento, comezón u hormigueo e invariablemente dolor.

La habilidad para distinguir desde calor hasta frío puede ser reducida. El daño de la autonomía de un nervio reduce la habilidad para controlar algunas funciones como la producción de sudor en la piel. Un signo común del daño a la autonomía de un nervio es la resequedad y el brillo excesivo en las áreas de piel controladas por este nervio.

Problemas Circulatorios

De igual forma que el anterior, la compresión de vasos sanguíneos. La compresión de una arteria reduce el flujo de sangre que se suministra a una área, lo cual significa una reducción del suministro de oxígeno y nutrientes para algunos tejidos como los músculos, tendones y ligamentos; esto también significa una disminución en la remoción de productos metabólicos, tal como el ácido láctico. La compresión vascular produce falta de oxigenación, la cual particularmente limita la posible duración de la acción muscular y daña la capacidad de recuperación de un músculo fatigado después de una actividad. Tal compresión neurovascular es regularmente encontrada en el cuello, hombros y las regiones superiores de los brazos.

La vibración de algunos miembros del cuerpo, particularmente en manos y dedos, puede ocasionar espasmos los cuales reducen el diámetro de las arterias. Por supuesto, esto impide el flujo sanguíneo hacia las áreas que estos vasos suministran, esto es visible como un área blanca, particularmente conocida como el fenómeno del dedo blanco (o de Raynaud). El problema se puede agravar si se expone al frío, por que este puede provocar espasmos en los dedos. Los síntomas asociados incluyen un intermitente o continuo entumecimiento y comezón u hormigueo, con el cambio de coloración y temperatura en la piel, tornándose fría y pálida; y eventualmente una pérdida de sensación y control. En los dedos, esta condición es regularmente causada por vibraciones transmitidas de herramientas tales como: martillos neumáticos, podadoras, pulidoras, etc. La operación frecuente de llaves y teclados posiblemente sean una fuente de vibración para el área de la mano y la muñeca. (Putz-Anderson, 2001)

3.7.2 Síntomas y Etapas de Evolución de los Trastornos por Traumatismo Acumulativo

Los primeros síntomas de un desorden por traumatismo acumulativo se confunden a menudo con la fatiga de los músculos o se pasan por alto, como parte del trabajo. Pueden pasar días, semanas y hasta meses antes de que se pueda reconocer que se trata de un problema por traumatismo acumulativo.

Kroemer (1994), indica que se puede notar que existe:

- Dolor o calambre en las coyunturas y músculos.
- Pérdida del color de la piel.
- Debilidad, rigidez o hinchazón alrededor de las muñecas, codos u hombros.
- Entumecimiento, hormigueo o sensación de quemazón en las manos, brazos, hombros, cuello, espalda o piernas.

Los síntomas por traumatismo acumulativo incluyen dolor, molestia o entumecimiento. Cualquiera de estos síntomas puede ser causado por factores de riesgo relacionados con el trabajo.

Los síntomas aparecen gradualmente y se vuelven más severos al paso del tiempo, algunos otros síntomas son:

- Dolor.
- Inflamación.
- Entumecimiento.
- Hormigueo.
- Sensación de quemadura.
- Edema (Hinchazón).
- Flacidez.
- Rigidez.
- Debilidad.

Es necesario reconocer que esta puede ser la fase embrionaria de un trastorno por traumatismo acumulativo y que no debe ser necesaria la aparición de dos o más de estos síntomas para tomar medidas correctivas y preventivas, para evitar su aparición cíclica; además que el no considerarlas y remediarlas pueden llegar a desarrollar un daño más severo.

Etapas de evolución:

Los síntomas varían dependiendo de la evolución que tenga el trabajador se consideran tres Etapas:

Etapa 1: se caracteriza por dolores y cansancio durante las horas de trabajo, que usualmente desaparecen después del descanso nocturno y de los días de descanso. No hay disminución de la capacidad productiva. Esta condición puede persistir por meses y es reversible con modificaciones de trabajo y pausas para descanso.

Etapa 2: sensibilidad, hinchazón, entumecimiento, debilidad y dolor que empieza tempranamente en el turno de trabajo y no disminuye durante la noche. Puede alterar el sueño, y la capacidad para realizar actividades de trabajo repetitivas se reduce. Esta condición persiste por muchos meses.

Etapa 3: se caracteriza por síntomas que persisten con el descanso y durante la noche. El dolor aparece incluso con movimientos no repetitivos y se altera el sueño. El paciente tiene dificultad para realizar actividades ligeras y de la vida diaria. Esta condición puede durar meses o años. Las últimas dos etapas requieren de evitar los movimientos que causan las molestias, descanso, cambios en los hábitos de trabajo y de vida diaria y requiere de tratamientos medicamentosos y hasta quirúrgicos. (Putz-Anderson, 1992)

3.7.3 Los Desórdenes por Trauma Acumulativo Más Comunes

Usualmente ocurren en dos áreas del cuerpo.

- Extremidades superiores.
- Región lumbar.

Hay ciertas posturas en las cuales somos más susceptibles a lesiones. Típicamente entre más cerca estemos a los extremos del rango de movimiento de las articulaciones somos más aptos al desarrollo de los DTA's. La combinación de fuerza y frecuencia, junto con posturas extremas, causarán daño más rápido que si las posturas fueran naturales o neutrales.

Los vasos sanguíneos, nervios y tendones en estas dos áreas con frecuencia están en contacto con huesos y ligamentos. Esto los hace más propensos a lesionarse.

Putz-Anderson (2001), clasifica en tres tipos los desordenes, los cuales se describen a continuación:

3.7.3.1 Desórdenes en la extremidad superior

Hay dos tipos principales de alteraciones de los tendones:

En la Muñeca:

- La posición de Extensión y Flexión se asocian con el síndrome del Túnel del Carpo.
- La Desviación Ulnar o Cubital mayor de 20° se asocia con un aumento del dolor y de datos patológicos.
- Tendinitis. Es una inflamación del tendón dentro de su vaina.
- Tenosinivitis. Es una inflamación de la vaina que envuelve el tendón.

En el Hombro:

- Abducción o Flexión mayor a 60° que se mantiene por más de una hora / día, se relaciona con dolor agudo de cuello.
- Las manos arriba o a la altura del hombro se relacionan con tendinitis y varias patologías del hombro.

Ambas alteraciones causan inflamación (hinchazón) que puede apretar los tendones y restringir su movimiento normal. Si estas condiciones no son tratadas, pueden conducir a problemas más serios.

Estos problemas incluyen:

- Enfermedad de Quervian.
- Neuritis Digital (Pulgar del boliche).
- Fenómeno de Raynaud (Dedo blanco por vibración).
- Epicondilitis (Codo de tenista o golfista).
- Tendinitis del hombro (Hombro del pitcher).
- Síndrome del túnel carpiano.

3.7.3.2 Desórdenes de la Región Cervical

- Una posición de Flexión de 30° toma 300 minutos para producir síntomas de dolor agudo, con una Flexión de 60° toma 120 minutos para producir los mismos síntomas.
- La Extensión con el brazo levantado se ha relacionado con dolor y adormecimiento cuello – hombro, el dolor en los músculos de los hombros disminuye el movimiento del cuello.

3.7.3.3 Desórdenes de la Región Lumbar

- Dolor de espalda inespecífico.

El síntoma más importante es la sensación de dolor general y fatiga de la espalda baja.

Algunas actividades que lo pueden causar este padecimiento son:

- Levantamiento repetitivo de cargas.
- Inclinaciones severas al frente.
- Levantar objetos desde el nivel del suelo.
- Dolor crónico de espalda baja.
- El ángulo sagital en el tronco se ha asociado con alteraciones ocupacionales en la espalda baja.

El síntoma más importante es la sensación de dolor general y fatiga de la espalda baja, el dolor es constante y acompaña a la mayoría de las actividades.

Algunas actividades que pueden causar este padecimiento son:

- Posturas anormales.
- Manejo de material con sobreesfuerzo.
- Enfermedad degenerativa del disco intervertebral.

Esta enfermedad consiste en la alteración de la estructura de los discos que separan las vértebras de la columna; generalmente ocurre en la columna lumbar. Es causada por una tensión elevada sobre el disco. Su principal síntoma es el dolor, entumecimiento y debilidad en las piernas.

Las actividades que pueden causar esta alteración son:

- Posturas anormales repetitivas.
- Tareas de manejo de material con sobreesfuerzo.

3.7.4 Efectos Sobre la Salud

Las lesiones asociadas a los trabajos repetidos se dan comúnmente en los tendones, los músculos y los nervios del hombro, antebrazo, muñeca y mano. A continuación se presentan los efectos que se generan por el mal uso de nuestras articulaciones y que patologías se han determinado.

En cuanto a movimientos repetitivos, se entiende 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 último lesión" (Salud laboral, 2000)

Las Lesiones por Esfuerzo Repetitivo (LER) suelen tardar años en desarrollarse, por lo que normalmente se manifiestan cuando el trabajador se encuentra en el cénit de su carrera, hacia los 40 años. Existen tratamientos que, en muchos casos, producen buenos resultados, sobre todo si se efectúa un diagnóstico prematuro.

Algunos movimientos que pueden llegar a ser lesiones de movimiento repetitivo incluye:

- Acción repetitiva de la mano o el brazo
- Agacharse desde la cintura
- Agarrando o apretando objetos
- Alzar la mano o el hombro frecuentemente
- Realizando fuerza con la mano o el brazo

Algunos síntomas que lo pueden alertar de una lesión incluye:

- Despertarse debido a un dolor
- Entumecido o paralizado
- Hormigueo
- Hinchazón o delicadeza
- Dolores continuos
- Pérdida de fuerza
- Pérdida de movimiento en las coyunturas
- Chisporroteo
- Disminución en coordinación (Nacional Ag Safety Database, 2004).

3.7.4.1 Lesiones y enfermedades habituales

A menudo los trabajadores no pueden elegir y se ven obligados a adaptarse a unas condiciones laborales mal diseñadas, que pueden lesionar gravemente las manos, las muñecas, las articulaciones, la espalda u otras partes del organismo. Concretamente, se pueden producir lesiones a causa de:

- el empleo repetido a lo largo del tiempo de herramientas y equipo vibratorios, por ejemplo, martillos pilones;
- herramientas y tareas que exigen girar la mano con movimientos de las articulaciones, por ejemplo las labores que realizan muchos mecánicos;
- la aplicación de fuerza en una postura forzada;
- la aplicación de presión excesiva en partes de la mano, la espalda, las muñecas o las articulaciones;
- trabajar con los brazos extendidos o por encima de la cabeza;
- trabajar echados hacia adelante;
- levantar o empujar cargas pesadas.

Normalmente, las lesiones se desarrollan lentamente

Las lesiones y enfermedades provocadas por herramientas y lugares de trabajo mal diseñados o inadecuados se desarrollan habitualmente con lentitud a lo largo de meses o de años. Ahora bien, normalmente un trabajador tendrá señales y síntomas durante mucho tiempo que indiquen que hay algo que no va bien. Así, por ejemplo, el trabajador se encontrará incómodo mientras efectúa su labor o sentirá dolores en

los músculos o las articulaciones una vez en casa después del trabajo. Además, puede tener pequeños tirones musculares durante bastante tiempo. Es importante investigar los problemas de este tipo porque lo que puede empezar con una mera incomodidad puede acabar en algunos casos en lesiones o enfermedades que incapaciten gravemente.

TRABAJADORES QUE SON MÁS SUSCEPTIBLES A ESTAS LESIONES

- Trabajadores que fuman
- Trabajadores que padezca artritis
- Trabajadores de más de 50 años que primera vez ingresa a una empresa
- Trabajadoras embarazadas (Putz-Anderson, 1992).

La accidentabilidad laboral y las enfermedades de origen profesional constituyen en el mundo entero, uno de los principales problemas de la población laboral por su alto costo en vidas humanas y las secuelas que usualmente produce, pues además de disminuir la capacidad laboral, determina consecuencias graves en la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

“Como resultado de esta situación se estima que cada año ocurren en el mundo 120 millones de accidentes de trabajo y 200 mil muertes. Los costos médicos y sociales y las pérdidas en productividad de estas lesiones se estiman en más de 500 millones de dólares cada año” (www.htec.com;ergoadvisor;SUMMER 2000; pag.7)

A continuación se describen algunas de las lesiones y enfermedades más habituales que causan las labores repetitivas o mal concebidas. Los trabajadores deben recibir información sobre lesiones y enfermedades asociadas al incumplimiento de los principios de la ergonomía para que puedan conocer qué síntomas buscar y si esos síntomas pueden estar relacionados con el trabajo que desempeñan.

Bursitis:

La bursitis es la inflamación o irritación de la Bursa. La Bursa es una bolsita llena de líquido lubricante, ubicada entre los tejidos como el hueso, el músculo, los tendones, y piel. Las bursas ayudan a disminuir la fricción e irritación y ayudan a que las articulaciones se muevan más fácilmente. Hay más de 150 bursas en el cuerpo. La bursitis ocurre cuando una Bursa se inflama; y esto causa dolor e incomodidad. El dolor puede aumentarse lentamente o puede ser instantáneo y severo, especialmente cuando hay depósitos de calcio también.

En la mayoría de los casos, la bursitis está causada por pequeños traumas repetitivos en la zona, o por una lesión más severa y rápida. Las causas comunes de la bursitis son el sobre-uso, estrés, o trauma directo a la articulación, específicamente con traumas repetitivos o presión prolongada cuando estas de rodillas. La bursitis también puede ser causada por una infección, por artritis, o por la gota. Muchas veces la causa es desconocida.

La bursitis típicamente resulta de uno o más de los siguientes factores:
 Actividades del trabajo o de jugar que causan sobre-uso o lesión a las zonas de las articulaciones, por ejemplo:

- Una postura incorrecta
 - Jardinería
 - Rastrillar
 - Carpintería
 - Trabajar con la pala
 - Pintar
 - Cepillar
 - Deportes (el tenis, el golf, tirando la pelota, etc.)
- Como se muestra en la figura 14.

Figura: 14. Bursitis.
 Fuente: The Cleveland Clinic Foundation, 2009



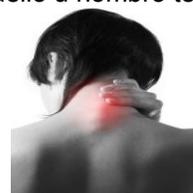
Celulitis:

Infección de la palma de la mano a raíz de roces repetidos. Los síntomas más comunes son: Dolores e inflamación de la palma de la mano. Y es causada por: Empleo de herramientas manuales, como martillos y palas, junto con abrasión por polvo y suciedad.

Cuello u hombro tensos:

Inflamación del cuello y de los músculos y tendones de los hombros. Los síntomas que presenta esta lesión es: Dolor localizado en el cuello o en los hombros. Y son provocados por: Tener que mantener una postura rígida, como se muestra en la figura 15.

Figura: 15. Cuello u hombro tensos

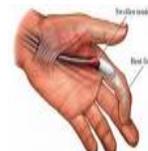


Dedo engatillado:

Inflamación de los tendones y/o las vainas de los tendones de los dedos. Los síntomas más frecuentes son: Incapacidad de mover libremente los dedos, con o sin dolor. Las causas de esta lesión son las siguientes:

Movimientos repetitivos. Tener que agarrar objetos durante demasiado tiempo, con demasiada fuerza o con demasiada frecuencia, como se muestra en la figura 16.

Figura: 16: Dedo engatillado



Epicondilitis:

La causa de la epicondilitis es una inflamación de las inserciones musculares en el epicóndilo del codo. Es una variedad de tendinitis. La epicondilitis lateral, también llamada "**codo de tenis**", es el término que se utiliza cuando las inserciones musculares en la parte lateral del codo están inflamadas.

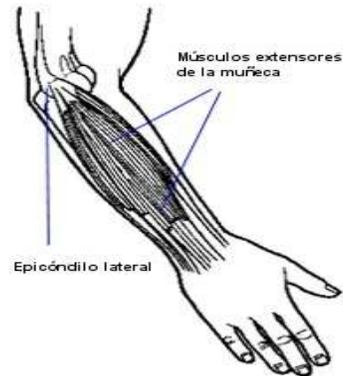
La epicondilitis medial, epitrocleeítis o "codo de golf" hace referencia a la inflamación de las inserciones musculares en la cara interna del codo. En ambos tipos de epicondilitis el dolor puede aparecer a nivel de la inserción muscular en el hueso del codo o se puede irradiar hacia los músculos del antebrazo y ocasionalmente hasta la muñeca. Las causas que la provocan son: Tareas repetitivas, a menudo en empleos agotadores como ebanistería,

Ganglios:

Un quiste en una articulación o en una vaina de tendón. Normalmente, en el dorso de la mano o la muñeca. La sintomatología que esta provoca es la siguiente: Hinchazón dura, pequeña y redonda, que normalmente no produce

enyesado o colocación de ladrillos, como se muestra en la figura 17.

Figura: 17: Epicondilitis



dolor. Y es causada por Movimientos repetitivos de la mano, como se muestra en la Figura 18.

Figura: 18: Ganglios



Osteoartritis:

La osteoartritis es una enfermedad de las articulaciones o coyunturas que afecta principalmente al cartílago. El cartílago es un tejido resbaladizo que cubre los extremos de los huesos en una articulación. El cartílago permite que los huesos se deslicen suavemente el uno contra el otro. También amortigua los golpes que se producen con el movimiento físico. Con la osteoartritis, la capa superior del cartílago se rompe y se desgasta. Como consecuencia, las partes de los huesos que antes estaban cubiertas por el cartílago empiezan a rozarse una contra otra. La fricción causa dolor, hinchazón y pérdida de movimiento en la articulación. Con el tiempo, la articulación puede perder su aspecto normal. Además, pueden crecer espolones alrededor de la articulación. Algunos pedazos de hueso o de cartílago pueden desprenderse y quedar atrapados dentro del espacio que existe en la articulación lo que causa más dolor y daño.

Las personas con osteoartritis a menudo tienen dolor en las articulaciones y limitación de movimiento. La osteoartritis es el tipo de artritis más común y sólo afecta a las articulaciones. Existen otras formas de artritis que afectan a otras partes del cuerpo. La artritis reumatoide, que es el segundo tipo de artritis más común, afecta a las articulaciones y a los órganos internos.

Las causas de la osteoartritis son por sobrecarga durante mucho tiempo de la espina dorsal y otras articulaciones, además de:

- El exceso de peso.
- La edad.
- Las lesiones de las articulaciones.
- Los defectos en la formación de las articulaciones.
- Un defecto genético en el cartílago de la articulación.
- Los golpes repetidos en las articulaciones como consecuencia de ciertos trabajos o deportes. (<http://www.niams.nih.gov>.)

Síndrome del túnel carpiano:

La LER más documentada es el síndrome del túnel carpiano, clasificado actualmente como enfermedad profesional indemnizable en muchos países. Este síndrome se produce cuando el nervio mediano (uno de los principales nervios de la muñeca) no funciona correctamente por causa de la presión producida por movimientos repetitivos de los dedos o por la flexión reiterada de la muñeca, o ambas circunstancias a la vez. Los síntomas son entumecimiento, dolor o irritación (o ambas cosas) en el pulgar y otros dedos, quemazón en las manos o antebrazos y sequedad, con ausencia de sudoración, en la palma de la mano, pérdida de fuerza en las manos, manifestada en la incapacidad para abrir tarros y levantar y sostener objetos, y molestias en brazos, cuello y hombros.

Algunos síntomas se producen principalmente por la noche. Los casos extremos pueden desembocar en una incapacidad permanente debida a la imposibilidad absoluta de flexionar la muñeca para realizar tareas tan simples como mecanografiar o sostener un objeto en la mano. Esta enfermedad suele aquejar a los trabajadores que permanecen largas horas frente al ordenador - especialmente si el lugar de trabajo no está suficientemente adaptado a la estatura del usuario-, a los trabajadores dedicados a la manipulación de carnes o aves, a los cajeros de los supermercados que utilizan escáneres electrónicos, y a otros grupos de trabajadores que ejecutan tareas repetitivas. El empleo de herramientas manuales vibratorias también incrementa el riesgo de contraer el síndrome del túnel carpiano. Las labores domésticas que exigen movimientos reiterados de las muñecas, como la jardinería o la pintura, pueden agravar considerablemente las LER u otras lesiones por esfuerzos repetitivos.

Según la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos, cada trabajador aquejado del síndrome del túnel carpiano pierde más de 30 jornadas de trabajo, cifra superior a la del absentismo producido por amputaciones y fracturas. El Departamento de Salud y Seguridad

en el Trabajo de los Estados Unidos ha estimado el coste anual de estas lesiones en más de 100 millones de dólares, como se muestra en la figura 19. Organización Internacional del trabajo (OIT).

Figura: 19: Síndrome del túnel del carpiano



Tendinitis:

Consiste en la irritación e inflamación del tendón, estructura que une el músculo con el hueso. Aunque puede afectar a cualquier tendón, es más frecuente en la muñeca y en los dedos de las manos.

La sintomatología que presenta la Tendinitis son:

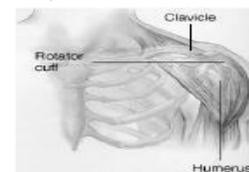
- Dolor al mover la articulación en la que se encuentra el tendón afectado.
- Dificultades para mover la articulación.
- Inflamación.

Entre las causas de la tendinitis se encuentran los movimientos repetitivos, las lesiones por sobrecarga de la articulación o ciertas enfermedades sistémicas, como la diabetes o la artritis reumatoide. Otra posible causa es la edad, ya que

conforme pasan los años los tendones pierden elasticidad, como se muestra en la figura 20.

(<http://www.dmedicina.com/enfermedades/musculos-y-huesos/tendinitis>)

Figura: 20: Tendinitis



Tenosinovitis:

La tenosinovitis es una inflamación de la cápsula sinovial. La cápsula sinovial es la capa que cubre los tendones. Los tendones son las cuerdas que conectan a los huesos con los músculos en el cuerpo. La tenosinovitis puede ocurrir en cualquier tendón con una capa sinovial. Sin embargo, más frecuentemente ocurre en las manos, las muñecas o en el pie. Usualmente esta enfermedad puede ser tratada fácilmente.

La mayoría de los casos de tenosinovitis son causados por algo de lo siguiente:

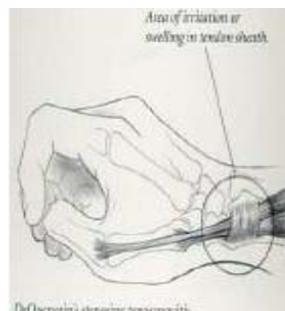
- Lesión.
- Infección.
- Torcedura.
- Movimientos repetitivos.
 - ✓ Operar una computadora
 - ✓ Trabajo en la línea de ensamble
 - ✓ Operación como cajero
 - ✓ Deportes que involucran acciones repetitivas
 - ✓ Coser
 - ✓ Tocar instrumentos musicales

Sintomatología:

- Dolor de las articulaciones.
- Rigidez de las articulaciones.
- Inflamación de las articulaciones.
- Dificultad para mover una articulación.
- Un dedo que se queda en una posición doblada (dedo en forma de gatillo).
- Dolor y rigidez en la muñeca (tenosinovitis de De Quervain).

Como se muestra en la figura 21.

Figura: 21: Tenosinovitis



3.8 Antecedentes

El padre de la Medicina del Trabajo, Ramazzini, ya en 1700 describía, que cerca de 2000 mil años atrás existía la enfermedad de los escribas, que a veces se presentaba con un cuadro dramáticamente doloroso, bastante compatible con el cuadro de las LER. Esto sucedía debido al hecho que antiguamente no existían libros impresos como hoy y el conocimiento se transmitía de forma oral o por pergaminos escritos a mano, cuyo profesional responsable era justamente este

escriba. Por lo tanto, se insiste en recordarles que el escriba ya padecía LER hace más de dos mil años.

Mientras tanto, la magnitud epidemiológica de las LER es moderna, o sea, tenemos relatos anteriores de tendinitis en el transcurso de la historia de la humanidad, pero solamente en los tiempos actuales es cuando se torna más frecuente, llegando inclusive a imposibilitar a un gran número de personas para ejercer sus actividades laborales. En Brasil, el conocimiento sobre LER es más reciente, aun cuando los primeros casos que se diagnosticaron oficialmente como LER tienen poco más de 10 años. El Ministerio de Previsión Social las reconoció por primera vez alrededor de 1986, como una enfermedad de los digitadores y luego se amplió esta cobertura para variados sectores de la economía, donde existían factores anti-ergonómicos que podrían causar la enfermedad, siendo conocida desde entonces con la denominación que ostenta hoy: LER. Actualmente podemos constatar la existencia de la enfermedad en los más diversos sectores profesionales.

Esta manera de organizar el trabajo está cambiando día a día y la explotación del trabajo del que ofrece la mano de obra por aquel que posee los medios de producción está aumentando.

Es lógico que hablar sobre LER no es tan sencillo. Existe una serie de variables inherentes al puesto de trabajo - como ritmo, presión de los jefes, presión por producción, horas extras, etc. - y también otros factores relacionados a la susceptibilidad individual de cada uno. Esto significa decir que "cada caso es un caso", en el sentido de que un puesto de trabajo con problemas ergonómicos puede ser más agresivo para un trabajador y menos para otro.

En 1993, más del 27 por ciento de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales no fatales que produjeron días de ausentismo laboral en los Estados Unidos se debieron a problemas de espalda. Según estudios realizados por el gobierno, los costos sociales totales producidos por los dolores lumbares se sitúan anualmente entre los 50,000 y los 100,000 millones de dólares de Estados Unidos. Además, un 30 por ciento de los trabajadores norteamericanos realizan habitualmente actividades que implican un incremento del riesgo de sufrir dolores lumbares, y un 50 por ciento ocupan puestos de trabajo que pueden producirles desordenes traumáticos acumulativos.

En marzo de 1997, el Departamento de Trabajo de ese país informó de que en 1995 se habían registrado oficialmente en los Estados Unidos un total de 6,6 millones de lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo.

En el número de 1994 de Euro Review on Research in Health and Safety at Work se indica que las investigaciones realizadas demuestran que en Suecia, por ejemplo, uno de cada cuatro accidentes de trabajo y más del 50 por ciento de los casos de enfermedades profesionales registrados afectan al sistema músculo-esquelético. En las dos terceras partes de los casos - esto es, alrededor de 19,000 - se producen

síntomas en cuello, brazos y hombros o manos. Como media, las lesiones del sistema músculo-esquelético provocan más de 100 días de baja por enfermedad en cada caso. En Suecia, el grupo con mayor riesgo de padecer LER resultó ser el de las mujeres trabajadoras del sector manufacturero.

En la fábrica colombiana de automóviles Colmotores, en la que 1,600 trabajadores producen 100,000 vehículos al año, la mayoría de las bajas por enfermedad y las lesiones profesionales se deben a trastornos músculo esquelético. Los expertos en medicina del trabajo han comprendido la necesidad de mejorar el medio ambiente de trabajo y de aplicar los principios de la ergonomía. Han llegado a la conclusión de que la mejora de las condiciones de trabajo constituye el medio más eficaz de reducir el riesgo de sufrir lesiones del sistema músculo esquelético.

En Alemania se ha registrado igualmente una clara tendencia a una mayor incidencia de las LER entre las mujeres. Según otra asombrosa estadística sueca, se estima que, globalmente, las lesiones lumbares constituyen casi el 40 por ciento de la totalidad de las lesiones profesionales del sistema músculo esquelético que se producen en todos los países y que, en algunos casos, dan lugar a una discapacidad permanente.

Según la edición de 1994 de Euro Review on Research in Health and Safety at Work, en la antigua Alemania Oriental se registraron LER ya en 1952, habiéndose documentado a partir de entonces entre mil y dos mil casos todos los años.

En un informe sobre las lesiones profesionales publicado en 1992 por la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos se indicaba que la mayoría de los trastornos de origen profesional producidos ese año estaban asociados a los traumatismos repetidos y habían afectado a unos 282,000 trabajadores, o al 62 por ciento de los casos de enfermedad profesional registrados en el sector privado norteamericano.

En ausencia de cifras de ámbito mundial, los datos relativos a estos tipos de lesiones proceden principalmente de fuentes nacionales, la gran mayoría de las cuales corresponden a países industrializados. Es probable que millones de trabajadores de todo el mundo sufran estos trastornos cada año. Consecuencias: Inactividad, reducción de la productividad y costos elevados tanto para trabajadores como para las empresas.

Las lesiones laborales en México representan un problema importante para las grandes, pequeñas y medianas industrias del país. De acuerdo con la información, reportada por el Instituto Mexicano del Seguro Social, entre 1999 y 2003, los trastornos del oído y sorderas traumáticas, trastornos de la capsula sinovial, de la sinovia y de los tendones, y los trastornos del túnel carpiano, se encuentran entre los primeros once lugares de mayor incidencia de lesiones relacionadas con el trabajo, mismas que pueden reducirse con la participación de la ergonomía, al intervenir en

la evaluación, diseño y rediseño de las actividades y puestos de trabajo. (Semac, 2005).

Sin embargo en México el IMSS reportó en el 2000 que las lesiones músculo esqueléticas constituyeron sólo el .6% de los casos de las enfermedades profesionales evaluadas durante ese año, pero por otro lado estas lesiones generaron un 20% de todos los casos de trabajadores que fueron pensionado por invalidez. El gran impacto económico de estas lesiones es debido a que estos problemas originan muchos días de ausentismo por su difícil tratamiento y una cantidad importante de recaídas y dificultad para que los trabajadores se reincorporen a sus puestos. La relación entre costos directos e indirectos de estas lesiones es de 1:4 (Imss, 2004).

La NIOSH informa que, “Los Estados Unidos de América es quizá el país del mundo donde se ha estudiado con mayor profundidad esta problemática, por tal razón se citan a continuación algunas de las estadísticas recopiladas allí. La fuente de información anual acerca de los daños y enfermedades ocupacionales, elaborado por la Oficina de Estadística del Departamento de Trabajo (BLS), que ha recabado estos datos en los últimos 25 años en cerca de 250.000 establecimientos del sector privado.

Los datos del informe de la BLS en 2004 relacionan aproximadamente 705,800 casos (32%), que fueron el resultado de sobreesfuerzo y movimientos repetitivos. Específicamente se presentaron 367,424 daños debidos a sobreesfuerzo en el levantamiento de objetos (65% de ellos afecto la espalda); 93,325 daños debidos a sobreesfuerzo al empujar y jalar objetos (52% afecto la espalda); 68.992 daños debidos a sobreesfuerzo en agarrar, transportar, o hacer girar objetos (58% afecto la espalda). Del total de estas tres categorías, 47,861 desordenes afectaron los hombros, 83,483 daños o enfermedades se debieron a eventos de sobreesfuerzo no especificados, 92,576 daños y enfermedades, a movimiento repetitivo, incluyendo actividades de digitar o presionar teclas, el uso repetitivo de herramientas y a movimientos repetitivos de colocar, agarrar, o mover objetos. De estos daños o enfermedades, el 55% afecto la muñeca, el 7% afecto el hombro y el 6% afecto la espalda. De forma específica, los desordenes de miembros superiores relacionados con el trabajo representan un incremento en la proporción de enfermedades ocupacionales, servicios médicos y costos por compensación de los trabajadores. Los costos anuales asociados con estos desordenes en Estados Unidos de América son significativos; más de 2,1 billones de dólares por compensación de trabajadores y 90 millones por costos indirectos (contratación temporal, entrenamiento, tiempo extra y costos administrativos).

3.9 Artículos Relacionados

Gold J. et. al., (2004) en el artículo denominado “Infrared Thermography for examination of skin temperature in the dorsal hand office workers”, identifican diferencias entre las temperaturas de la piel entre 3 grupos de oficinistas a través de

la termografía dinámica; se tiene el experimento durante la escritura con teclado de computadora por 9 minutos continuos. Se destaca la temperatura ambiente del cuarto de prueba como factor importante.

Ming, et. al., (2005) en artículo denominado “Sympathetic pathology evidenced by hand thermal anomalies in carpal tunnel syndrome”, el objetivo de este estudio fue clasificar la patología compasiva en el síndrome del túnel del Carpio y el uso de la termografía infrarroja. Se realizo un ejercicio en el que se mantuvieron los sujetos en un cuarto a una temperatura de entre los 22 y los 25°C durante 15 min Se destacan la temperatura ambiente del cuarto de prueba como factor importante.

Zontak, et. al., (1998) en el artículo denominado “Dynamic Thermography: Analysis of hand temperature during exercise”, el objetivo de este estudio fue caracterizar el efecto del ejercicio y las respuestas en las temperaturas de la piel, debido a niveles de ejercicios controlados y condiciones de temperaturas, haciendo en una bicicleta ergonómica.

Tchou, et. al., (1991) en el artículo denominado “Thermographic observations in Unilateral Carpal tunnel syndrome: Report of 61 cases”, su objetivo fue Caracterizar el efecto del ejercicio y las respuestas en las temperaturas de la piel, como ejercicio el equilibrio de manos por espacio de 15 minutos.

Kyeong-Seop, et. al., (2006) en el artículo denominado “Infrared Thermography in Human Hand” estimaron condiciones de temperatura que pudieran causar estrés mental. Sumergiendo ambas manos en un contenedor de agua a una temperatura de 3°C.

Ferreira, et. al., (2007) en el artículo denominado “Exercise-Associated Thermographic Changes in Young and Elderly Subjects”, determinaron cambios termo gráficos de temperatura asociados en personas de edad avanzada y personas jóvenes, realizando flexiones de rodilla con peso de 1 Kilogramo agregado a la misma durante 3 minutos.

3.10 Estadística descriptiva

Una de las ramas de la Estadística más accesible a la mayoría de la población es la Descriptiva. Esta parte se dedica única y exclusivamente al ordenamiento y tratamiento mecánico de la información para su presentación por medio de tablas y de representaciones gráficas, así como de la obtención de algunos parámetros útiles para la explicación de la información.

La Estadística Descriptiva es la parte que conocemos desde los cursos de educación primaria, que se enseña en los siguientes niveles y que, por lo general, no pasa a ser un análisis más profundo de la información. Es un primer acercamiento a la información y, por esa misma razón, es la manera de presentar la información ante cualquier lector, ya sea especialista o No. Sin embargo, lo anterior no quiere decir

que carezca de metodología o algo similar, sino que, al contrario, por ser un medio accesible a la mayoría de la población humana, resulta de suma importancia considerar para así evitar malentendidos y errores, Larios (1999).

Los valores observados para la variable aleatoria en los individuos que forman la muestra constituyen los datos estadísticos.

El tratamiento de dichos datos con el fin de poner de manifiesto sus características más relevantes es el objeto de la Estadística Descriptiva.

Con esta finalidad la Estadística descriptiva utiliza herramientas sencillas como:

- Tabulaciones adecuadas.
- Cambios de parámetros que sintetizen las distintas características de las pautas de variabilidad observada.
- Representaciones gráficas (Histogramas, diagramas de dispersión, etc....)

En estos análisis meramente descriptivos no se pretende obtener conclusiones de carácter general sobre la población de la que procede la muestra, sino simplemente sintetizar o visualizar, de forma que puedan captarse con claridad, los aspectos esenciales de las pautas de variabilidad existentes en los datos y que quedan frecuentemente enmascarados bajo un alud de números.

El carácter elemental de muchas de las técnicas de Estadística Descriptiva, no debe llevar a minusvalorar su gran importancia práctica. Un análisis descriptivo adecuado de los datos es siempre el primer paso en cualquier buen estudio estadístico.

3.10.1 Conceptos Básicos

Poblaciones

Se denomina población al conjunto de todos los individuos o entes que constituyen el objeto de un determinado estudio y sobre los que se desea tener ciertas conclusiones.

Muestras

En consecuencia para obtener información sobre una población hay que limitarse a analizar solo un subconjunto de individuos de la misma. A este subconjunto se le denomina muestra, Villafranca y Zúnica (2005).

Parámetros y estadísticos

Existen medidas para realizar descripciones cuantitativas de los conjuntos de datos, o poblaciones, y de sus muestras, diferenciándose entre ellas las que se refieren a las mismas poblaciones y a las muestras.

Para el caso de las poblaciones, las medidas que las describen se denominan parámetros, y suelen estar representadas con letras griegas (por ejemplo μ y σ). Por otro lado, para el caso de aquellas medidas que describen a una muestra se les llama estadísticos o estimadores, y son representados por letras de nuestro alfabeto (por ejemplo, \bar{x} o s), Larios (1999).

Tipos de datos

Lo que estudiamos en cada individuo de la muestra son las variables (edad, sexo, peso, talla, tensión arterial sistólica, etcétera). Los datos son los valores que toma la variable en cada caso. Lo que vamos a realizar es medir, es decir, asignar valores a las variables incluidas en el estudio. Debemos además concretar la escala de medida que aplicaremos a cada variable.

La naturaleza de las observaciones será de gran importancia a la hora de elegir el método estadístico más apropiado para abordar su análisis. Con este fin, clasificaremos las variables, a grandes rasgos, en dos tipos: variables cuantitativas o variables cualitativas.

Variables cuantitativas

Son las variables que pueden medirse, cuantificarse o expresarse numéricamente. Las variables cuantitativas pueden ser de dos tipos:

- Variables cuantitativas continuas, si admiten tomar cualquier valor dentro de un rango numérico determinado (edad, peso, talla).
- Variables cuantitativas discretas, si no admiten todos los valores intermedios en un rango. Suelen tomar solamente valores enteros (número de hijos, número de partos, número de hermanos, etc.).

Variables cualitativas

Este tipo de variables representan una cualidad o atributo que clasifica a cada caso en una de varias categorías. La situación más sencilla es aquella en la que se clasifica cada caso en uno de dos grupos (hombre/mujer, enfermo/sano, fumador/no fumador). Son datos dicotómicos o binarios. Como resulta obvio, en muchas ocasiones este tipo de clasificación no es suficiente y se requiere de un mayor número de categorías (color de los ojos, grupo sanguíneo, profesión, etcétera).

En el proceso de medición de estas variables, se pueden utilizar dos escalas:

- Escalas nominales: ésta es una forma de observar o medir en la que los datos se ajustan por categorías que no mantienen una relación de orden entre sí (color de los ojos, sexo, profesión, presencia o ausencia de un factor de riesgo o enfermedad, etcétera).

- Escalas ordinales: en las escalas utilizadas, existe un cierto orden o jerarquía entre las categorías, Dawson-Saunders (1996).

Medidas de tendencia central

Media

El parámetro de posición más utilizado en la práctica es la media aritmética de los datos. Su cálculo se realiza mediante la fórmula:

$$Media(X) = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{n}$$

Donde N es el número de individuos de la muestra, o sea el número de datos, Villafranca y Zúñica (2005).

Mediana

Puede definirse intuitivamente como el valor central de los observados. Más precisamente, si se ordenan las N observaciones de menos a mayor la mediana se define como el valor:

- Que ocupa la posición (N+1)/2 si N es impar
- Media entre los valores que ocupan las posiciones N/2 y (N/2)+1 si N es par

Cuartiles

Los cuartiles son los tres valores que dividen al conjunto de datos ordenados en cuatro partes porcentualmente iguales.

Hay tres cuartiles denotados usualmente Q1, Q2, Q3. El segundo cuartil es precisamente la mediana. El primer cuartil, es el valor en el cual o por debajo del cual queda un cuarto (25%) de todos los valores de la sucesión (ordenada); el tercer cuartil, es el valor en el cual o por debajo del cual quedan las tres cuartas partes (75%) de los datos.

$$Q_k = L_k + \frac{k \left(\frac{n}{4} \right) - F_k}{f_k} * c$$

Como los cuartiles adquieren su mayor importancia cuando contamos un número grande de datos y tenemos en cuenta que en estos casos generalmente los datos

son resumidos en una tabla de frecuencia. La fórmula para el cálculo de los cuartiles cuando se trata de datos agrupados es la siguiente:

$k = 1, 2, 3$

Donde:

L_k = Límite real inferior de la clase del cuartil k

n = Número de datos

F_k = Frecuencia acumulada de la clase que antecede a la clase del cuartil k .

f_k = Frecuencia de la clase del cuartil k

c = Longitud del intervalo de la clase del cuartil k

Si se desea calcular cada cuartil individualmente, mediante otra fórmula se tiene lo siguiente:

- El primer cuartil Q_1 , es el menor valor que es mayor que una cuarta parte de los datos; es decir, aquel valor de la variable que supera 25% de las observaciones y es superado por el 75% de las observaciones.

Fórmula de Q_1 , para series de Datos agrupados:

$$Q_1 = l_i + \frac{P - f_{a-1}}{f_1} * I_c \quad P = \frac{n}{4}$$

Donde:

L_1 = límite inferior de la clase que lo contiene

P = valor que representa la posición de la medida

f_1 = la frecuencia de la clase que contiene la medida solicitada.

F_{a-1} = frecuencia acumulada anterior a la que contiene la medida solicitada.

I_c = intervalo de clase

- El segundo cuartil Q_2 , (coincide, es idéntico o similar a la mediana, $Q_2 = Md$), es el menor valor que es mayor que la mitad de los datos, es decir el 50% de las observaciones son mayores que la mediana y el 50% son menores.

Fórmula de Q_2 , para series de Datos agrupados:

$$Q_2 = l_i + \frac{P - f_{a-1}}{f_1} * I_c \quad P = \frac{2n}{4}$$

Donde:

L_1 = límite inferior de la clase que lo contiene

P = valor que representa la posición de la medida

f_1 = la frecuencia de la clase que contiene la medida solicitada.

Fa-1 = frecuencia acumulada anterior a la que contiene la medida solicitada.

Ic = intervalo de clase

- El tercer cuartil Q3, es el menor valor que es mayor que tres cuartas partes de los datos, es decir aquel valor de la variable que supera al 75% y es superado por el 25% de las observaciones.

Fórmula de Q3, para series de Datos agrupados:

$$Q_3 = l_i + \frac{P - f_{a-1} * I_c}{f_1} \quad P = \frac{3n}{4}$$

Donde:

L1 = límite inferior de la clase que lo contiene

P = valor que representa la posición de la medida

f1 = la frecuencia de la clase que contiene la medida solicitada.

Fa-1 = frecuencia acumulada anterior a la que contiene la medida solicitada.

Ic = intervalo de clase.

Otra manera de verlo es partir de que todas las medidas no son sino casos particulares del percentil, ya que el primer cuartil es el 25% percentil y el tercer cuartil 75% percentil, Martínez (2001).

Varianza

Es el promedio de los cuadrados de las desviaciones de los datos respecto a su media.

$$s^2 = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n}$$

Desviación estándar

Es una medida de la cantidad típica en la que los valores del conjunto de datos difieren de la media. Es la medida de dispersión más utilizada, se le llama también desviación típica. La desviación estándar siempre se calcula con respecto a la media y es un mínimo cuando se estima con respecto a este valor.

Se calcula de forma sencilla, si se conoce la varianza, por cuanto que es la raíz cuadrada positiva de esta. A la desviación se le representa por la letra minúscula griega "sigma" (δ) ó por la letra S mayúscula, según otros analistas.

Cálculo de la Desviación Estándar $\delta = \sqrt{\delta^2}$ ó $S = \sqrt{S^2}$, Villafranca y Zúnica (2005).

Coeficiente de Variación

Un problema que se plantea, tanto la varianza como la desviación estándar, especialmente a efectos de comparaciones entre distribuciones, es el de la dependencia respecto a las unidades de medida de la variable. Cuando se quiere comparar el grado de dispersión de dos distribuciones que no vienen dadas en las mismas unidades o que las medias no son iguales se utiliza el llamado "Coeficiente de Variación de Pearson", del que se demuestra que nos da un número independiente de las unidades de medidas empleadas, por lo que entre dos distribuciones dadas diremos que posee menor dispersión aquella cuyo coeficiente de variación sea menor., y que se define como la relación por cociente entre la desviación estándar y la media aritmética; o en otras palabras es la desviación estándar expresada como porcentaje de la media aritmética.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

Donde: C.V. representa el número de veces que la desviación típica contiene a la media aritmética y por lo tanto cuanto mayor es CV mayor es la dispersión y menor la representatividad de la media.

Rango

La diferencia entre el valor máximo y mínimo de los valores de una variable. En la amplitud de una variable se encuentran comprendidos el 100% de los valores muestrales, Martínez (2001).

Coeficiente de correlación simple de Pearson (modelo rectilíneo)

El coeficiente de correlación es una medida de asociación entre dos variables y se simboliza con la literal r.

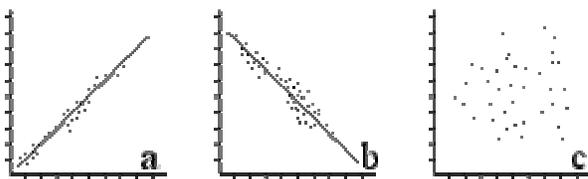
Los valores de la correlación van de + 1 a - 1, pasando por el cero, el cual corresponde a ausencia de correlación. Los primeros dan a entender que existe una correlación directamente proporcional e inversamente proporcional, respectivamente.

De lo anterior referimos que:

- +1 ó -1 = Correlación perfecta.
- 0.95 = Correlación fuerte.
- 80% = Correlación significativa.
- 70% = Correlación moderada.
- 50% = Existe una relación parcial.

Las 3 gráficas en coordenadas cartesianas posteriores, se muestra la variable independiente (X) se ubica en las abscisas y la dependiente (Y) en el eje de las ordenadas. Los coeficientes de correlación significan esa asociación entre los cambios que se observan en la variable dependiente con respecto a la variable independiente.

La gráfica (a) representa una correlación positiva, es decir, conforme los valores de X aumentan, también aumentan los valores de Y. A su vez, la gráfica (b) muestra una correlación negativa, de modo que al incrementarse los valores de la variable independiente, los valores de la dependiente disminuyen. La gráfica (c) no indica correlación



El coeficiente de correlación lineal de Pearson se define matemáticamente con la ecuación siguiente:

$$r = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2] [N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Donde:

r = coeficiente de correlación de Pearson.

$\sum xy$ = sumatoria de los productos de ambas variables.

$\sum x$ = sumatoria de los valores de la variable independiente.

$\sum y$ = sumatoria de los valores de la variable dependiente.

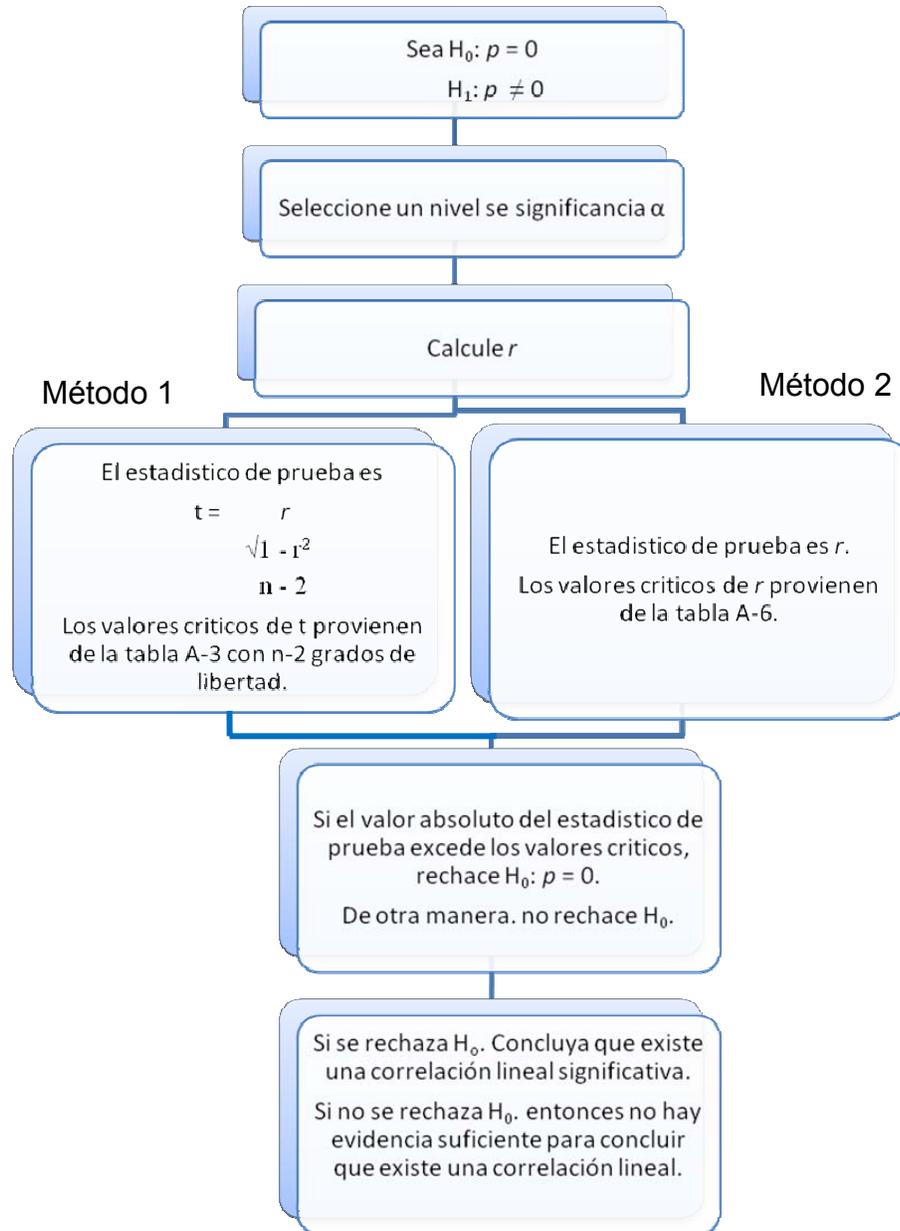
$\sum x^2$ = sumatoria de los valores al cuadrado de la variable independiente.

$\sum y^2$ = sumatoria de los valores al cuadrado de la variable dependiente.

N = tamaño de la muestra en función de parejas, Triola (2004).

En el estudio se realizará la correlación de los parámetros de estudio siendo, $H_0: \rho = 0$ y $H_1: \rho \neq 0$ y con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$. El estadístico de prueba es r los valores críticos de r provienen de la tabla A-6 (Anexo1).

Figura 22: Prueba de hipótesis para una correlación lineal
 Fuente: Mario F. Triola, Estadística 2004, pág. 505



Valor crítico por día.

El valor crítico se basa en la tabla A-6 (Anexo 1) con $n=39$ y $\alpha = 0.05$ (ya que este valor es el más utilizado) resulta el valor crítico que es igual a 0.316.

Valor crítico semanal.

El valor crítico se basa en la tabla A-6 (Anexo 1) con $n=273$ y $\alpha = 0.05$ (ya que este valor es el más utilizado) resulta el valor crítico que es igual a 0.119.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Material

Este estudio es desarrollado en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Baja California (laboratorios).

Los materiales que fueron utilizados en el experimento:

- 1 Cronómetro.
- 2 termógrafos Sensoriales.
- 1 torquimetro.



4.2 Método

En las siguientes tablas de se muestran los datos obtenidos del experimento con el movimiento repetitivo horizontal del operador 1 y 2 en el lapso de 7 días.

Tabla 4, Concentrado de los datos de los 7 días operador #1.

Tipo de Actividad: Movimiento repetitivo Horizontal																								
Operador 1																								
	5 de septiembre			6 de septiembre			7 de septiembre			8 de septiembre			9 de septiembre			10 de septiembre			11 de septiembre					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	125	65	33.141	125	59	34.212	93	56	31.98	119	60	31.968	122	65	32.484	130	62	33.264	130	61	33.341			
2	132	63	33.349	135	58	33.613	111	57	32.407	122	68	32.496	122	67	32.857	131	60	33.219	128	62	33.584			
3	130	62	33.271	128	62	33.863	120	55	32.436	127	71	32.413	125	68	32.776	131	58	33.095	129	63	33.44			
4	137	60	33.389	135	61	34.518	124	54	32.671	120	70	32.787	130	66	33.074	133	59	32.845	129	65	33.612			
5	131	57	33.51	131	55	34.303	123	48	32.833	124	71	32.678	130	70	32.924	131	60	32.505	130	60	33.393			
6	134	52	33.898	134	52	34.012	125	47	32.138	118	72	32.507	135	74	32.453	132	63	32.204	131	58	33.2			
7	134	51	34.363	134	51	34.092	120	47	32.109	124	70	32.065	135	72	33.167	133	62	33.035	132	60	33.348			
8	129	52	34.28	136	52	34.104	120	46	31.719	125	69	31.87	132	70	33.367	134	59	32.438	128	63	33.18			
9	132	54	34.398	132	54	34.1	121	48	31.789	120	67	32.175	132	71	32.535	125	55	32.705	132	71	33.864			
10	133	53	33.771	133	52	34.747	118	47	31.914	128	66	31.851	130	72	32.782	132	56	32.992	134	69	34.179			
11	134	52	33.447	134	52	34.456	120	50	32.36	132	68	31.857	130	74	32.703	132	59	32.53	134	71	34.417			
12	135	53	33.152	135	53	33.95	118	52	32.161	135	69	31.589	132	71	32.591	133	63	32.669	131	77	34.467			
13	135	52	32.611	135	52	34.531	124	51	32.426	135	65	31.313	131	72	32.446	134	61	33.211	134	75	34.09			
14	133	50	32.943	133	50	34.792	130	49	32.72	134	67	32.384	130	74	32.34	132	60	33.14	134	79	33.318			
15	125	48	33.067	130	48	34.633	120	50	32.487	138	69	33.417	130	73	32.24	135	63	33.151	136	82	33.154			
16	138	50	32.587	136	47	34.435	118	51	32.718	137	66	32.949	133	75	32.57	130	62	33.664	135	80	32.968			
17	135	53	32.508	135	50	34.464	115	54	33.176	120	63	33.35	130	72	32.701	137	65	33.899	134	79	33.57			
18	135	55	32.51	135	55	34.374	118	56	33.518	130	60	33.616	135	73	32.649	134	66	33.287	135	77	33.005			
19	136	56	32.143	136	54	34.244	120	53	33.248	130	64	33.571	135	70	32.388	137	65	32.743	135	76	32.582			
20	138	57	32.605	138	55	34.708	128	52	33.644	133	66	33.81	134	69	31.608	132	66	31.787	136	74	32.846			
21	134	56	32.086	134	56	34.705	123	55	33.429	123	67	34.254	136	65	32.561	137	68	32.11	130	72	32.991			
22	133	55	32.441	133	55	35.36	134	53	32.908	134	69	32.697	120	64	32.215	136	66	32.055	130	70	33.571			
23	135	56	32.298	135	56	35.48	127	46	33.083	120	70	33.405	128	67	32.367	132	60	31.863	131	67	34.146			
24	136	57	32.174	136	57	33.733	118	40	33.227	133	73	33.439	130	65	33.313	135	55	32.126	135	65	33.427			
25	136	54	32.378	136	54	33.969	134	44	33.595	137	71	33.838	128	68	33.903	137	54	32.411	134	66	33.509			
26	134	56	33.009	134	56	34.57	128	47	33.666	138	65	33.171	130	70	32.802	138	55	32.918	136	68	33.392			
27	136	58	32.081	136	58	34.81	128	49	33.629	130	60	33.537	132	71	32.899	132	57	32.776	135	65	33.279			
28	137	60	32.538	137	57	34.722	122	48	33.603	125	62	33.744	122	70	33.315	132	58	32.83	135	63	33.187			
29	138	63	33.34	138	62	34.824	130	45	33.08	122	64	33.768	133	67	33.089	131	62	33.343	136	60	33.362			
30	137	65	34.231	137	65	34.648	126	38	34.19	125	65	33.709	130	68	32.813	130	66	33.696	136	62	34.033			
31	135	65	33.978	135	63	35.122	118	40	34.042	128	66	33.381	128	67	33.578	134	64	34.288	136	68	33.555			
32	136	66	34.234	136	65	35.147	118	42	32.746	132	68	32.885	135	65	33.297	131	62	34.398	136	70	33.786			
33	135	67	34.035	135	67	34.323	128	43	33.474	120	69	32.895	136	66	34.309	133	60	34.34	134	72	33.889			
34	138	65	34.421	138	66	34.393	127	44	32.761	138	67	34.41	134	65	34.288	127	59	34.32	136	70	33.63			
35	137	66	34.069	137	67	34.581	120	47	32.88	128	65	34.699	135	64	33.638	130	55	34.18	135	67	33.661			
36	138	68	33.849	138	68	34.642	120	54	32.907	125	64	34.128	135	63	32.515	133	54	33.67	136	60	33.522			
37	138	67	34.339	138	66	34.443	118	50	32.938	135	62	34.18	135	61	33.005	136	56	33.795	135	64	34.688			
38	137	64	32.173	136	65	34.672	115	48	33.146	133	60	32.655	135	60	32.803	132	59	33.767	137	62	35.935			
39	137	62	32.571	137	62	34.749	128	36	33.474	132	58	28.11	134	62	34.237	136	63	34.619	135	61	33.131			
1. Ciclos por minuto				2. Fuerza (Kg)						3. Temperatura (C°)														

Tabla 5, Concentrado de los datos de los 7 días operador # 2.

Tipo de Actividad: Movimiento repetitivo Horizontal																					
Operador 2																					
	5 de septiembre			6 de septiembre			7 de septiembre			8 de septiembre			9 de septiembre			10 de septiembre			11 de septiembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	131	61	32.847	136	50	33.353	110	58	34.165	112	50	32.44	136	53	32.787	121	50	33.032	134	52	32.344
2	118	61	33.284	133	51	33.706	113	57	33.871	112	46	32.391	138	55	32.905	130	52	32.848	130	55	32.817
3	127	60	33.46	138	52	33.409	116	56	33.555	125	44	31.91	132	56	32.795	133	53	33.384	127	56	33.182
4	110	59	33.897	128	51	33.453	118	57	33.915	124	43	31.633	130	54	32.59	130	52	33.008	127	57	33.229
5	121	58	33.851	120	48	33.154	116	57	34.093	122	51	30.5	129	56	31.687	128	51	32.622	123	49	32.804
6	119	58	33.674	127	47	33.265	120	58	33.906	118	53	30.627	133	58	32.209	124	52	33.183	126	48	32.804
7	129	57	33.729	127	46	33.521	101	58	33.908	127	52	30.949	128	57	31.961	125	51	32.454	128	47	32.891
8	125	58	33.739	130	49	33.575	128	59	33.544	129	54	30.636	128	56	31.935	130	50	32.011	124	48	32.821
9	127	59	33.758	133	50	33.353	111	59	33.319	128	55	30.966	126	58	31.733	129	52	32.313	127	49	32.456
10	126	60	33.692	132	51	33.706	115	58	33.818	109	54	29.384	136	56	31.69	125	53	32.237	128	47	32.262
11	132	60	33.792	125	51	33.409	119	57	33.778	126	55	32.09	134	55	30.919	129	54	32.816	127	49	32.83
12	123	61	33.595	136	52	33.453	123	56	33.701	130	56	32.291	135	53	31.044	129	55	32.662	130	50	32.938
13	128	62	33.495	134	50	33.154	125	56	34.248	118	55	32.936	137	54	30.425	128	54	32.651	134	51	32.889
14	127	63	33.412	125	48	33.265	115	56	34.028	130	56	32.587	131	55	30.478	125	51	32.631	128	50	32.417
15	123	62	33.46	140	46	33.521	109	56	34.118	123	55	32.374	133	57	31.984	130	50	33.662	128	52	31.709
16	126	60	33.686	124	57	33.575	126	54	33.998	126	54	32.427	136	56	32.288	128	49	33.659	127	51	32.085
17	124	57	33.353	100	50	33.74	117	52	34.12	114	52	33.402	124	55	32.869	129	51	32.991	128	53	32.271
18	128	55	33.039	113	52	33.875	120	50	34.562	134	51	33.333	125	54	33.46	128	50	33.275	124	55	32.495
19	129	54	33.111	117	51	33.761	125	49	34.621	126	50	33.152	137	53	33.173	127	52	33.232	126	54	32.611
20	129	50	33.118	122	52	33.584	119	47	33.609	133	51	32.401	136	55	33.529	129	50	33.014	127	52	32.515
21	123	48	33.318	118	53	33.547	122	46	33.796	130	54	32.043	125	56	33.922	132	51	33.279	126	53	32.722
22	128	46	33.512	126	51	34.835	129	46	33.592	127	53	32.713	120	54	33.702	129	50	33.245	127	53	32.737
23	126	42	33.62	128	50	33.726	124	46	34.35	127	56	32.674	124	53	33.104	123	48	33.072	130	55	32.698
24	120	39	33.615	120	49	33.782	129	46	33.922	120	58	32.407	124	52	33.295	129	46	33.607	132	57	32.707
25	122	38	33.621	118	48	34.062	128	49	33.52	129	57	32.461	125	51	33.206	135	45	33.427	133	56	32.769
26	131	56	33.59	122	47	33.73	131	51	34.224	120	54	32.079	127	54	33.383	134	46	32.987	132	55	32.948
27	125	58	33.313	114	45	33.73	121	53	34.878	131	53	31.544	130	56	33.089	130	47	33.477	132	54	33.066
28	122	56	33.495	122	44	33.724	123	52	34.623	135	52	31.041	125	55	32.514	134	48	33.588	132	53	33.039
29	128	50	33.724	121	47	33.364	118	51	34.549	115	48	30.857	132	48	32.633	134	52	33.837	130	56	33.13
30	126	47	33.741	116	49	33.498	127	50	34.545	128	47	30.751	131	47	33.618	132	57	33.373	134	58	32.965
31	133	46	33.373	121	48	32.941	124	50	34.754	125	46	30.832	126	58	34.272	130	56	33.755	126	57	33.058
32	119	40	33.951	122	47	32.746	128	51	34.812	132	46	30.621	121	50	34.184	134	48	33.391	128	59	32.947
33	127	38	33.908	122	48	33.231	125	52	34.277	123	47	30.571	130	55	33.596	129	45	33.282	130	62	32.254
34	129	36	33.778	120	46	32.951	118	52	34.382	125	48	30.624	132	53	32.85	131	44	33.107	129	60	32.596
35	110	37	33.706	121	48	32.774	128	53	34.237	112	53	30.564	131	52	32.706	131	43	33.091	128	57	32.064
36	129	38	33.498	129	49	33.69	105	54	34.205	120	55	30.522	127	51	32.848	132	45	32.948	126	56	32.994
37	116	37	33.467	125	50	33.778	123	53	34.335	129	54	30.484	126	50	33.352	131	44	32.985	124	55	32.16
38	131	35	33.574	126	49	33.281	110	52	34.205	119	51	30.562	120	52	32.765	134	45	33.566	126	53	32.701
39	122	32	33.796	120	48	33.844	116	51	34.335	124	49	30.564	125	54	33.752	129	43	33.543	124	49	32.036
1. Ciclos por minuto						2. Fuerza (Kg)						3. Temperatura (C°)									

4.2.1 Experimento Completo.

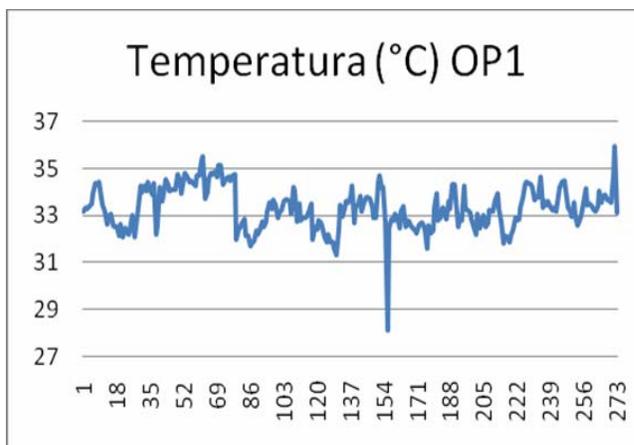
4.2.1.1 Gráficas de Tendencias de las Variables

En base a los resultados obtenidos en el experimento a continuación se muestran las graficas de las variables del operador # 1 en el lapso de 7 días.

Las caídas de temperatura, fuerza y ciclos por minuto que se observan en las graficas

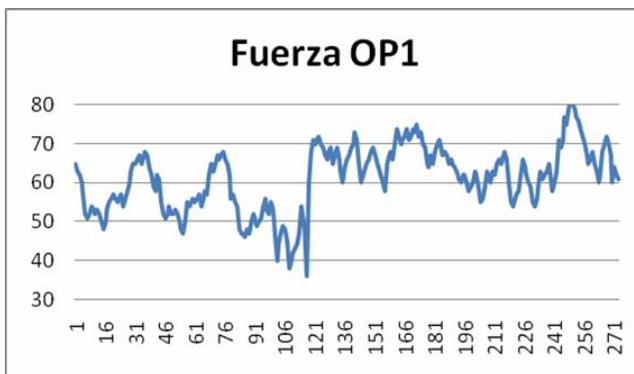
Son por los descansos del operador (salidas al baño, comidas, descanso).

Gráfica 1, Temperatura (°C) operador 1 en el lapso de 7 días.



En la gráfica 1, se muestra el comportamiento de la temperatura a través del tiempo teniendo una temperatura mínima de 28.11°C y un máximo de 35.93 °C, con una media de 33.07 °C. Para mayor información ver la tabla 6.

Gráfica 2, Fuerza (kg) operador 1 en el lapso de 7 días.



En la gráfica 2, se muestra el comportamiento de la fuerza a través del tiempo teniendo una fuerza mínima de 36 kg y un máximo de 82 kg, con una media de 61.15 kg Para mayor información ver la tabla 6.

Gráfica 3, Ciclos por minuto (s) operador 1 en el lapso de 7 días.

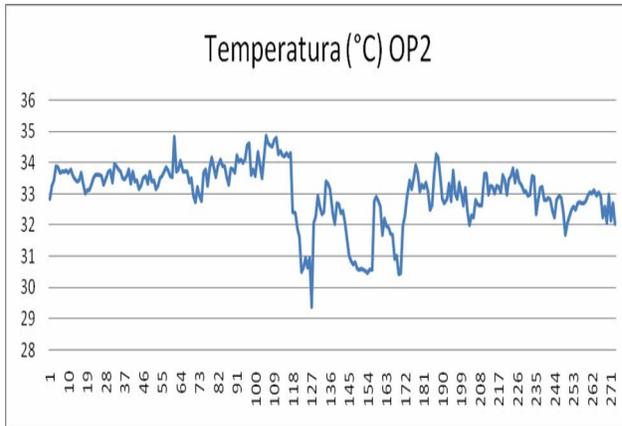


En la gráfica 3, se muestra el comportamiento de los ciclos por minuto a través del tiempo teniendo un mínimo de 93 movimientos y un máximo de 138 movimientos, con una media de 130.97 movimientos. Para mayor información ver la tabla 6.

En base a los resultados obtenidos en el experimento a continuación se muestran las gráficas de las variables del operador # 2 en el lapso de 7 días.

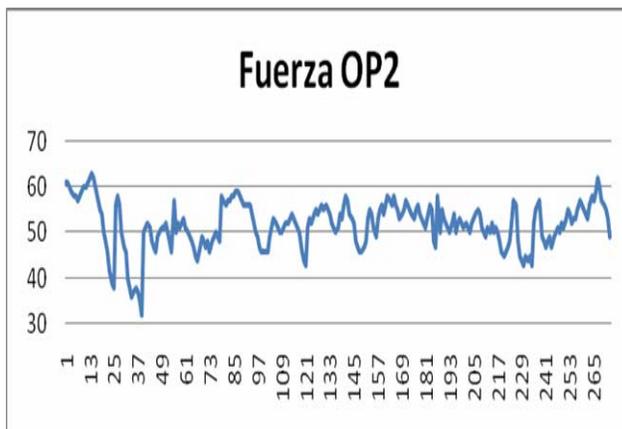
Las caídas de temperatura, fuerza y ciclos por minuto que se observan en las gráficas Se deben a los descansos del operador (salidas al baño, comidas, descanso).

Gráfica 4, Temperatura (°C) operador 2 en el lapso de 7 días.



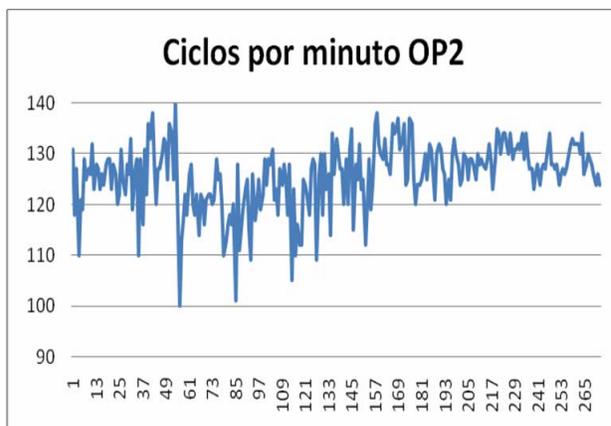
En la gráfica 4, se muestra el comportamiento de la temperatura a través del tiempo teniendo una temperatura mínima de 29.38°C y un máximo de 34.87 °C, con una media de 33.03 °C. Para mayor información ver la tabla 7.

Gráfica 5, Fuerza (kg) operador 2 en el lapso de 7 días.



En la gráfica 5, se muestra el comportamiento de la fuerza a través del tiempo teniendo una fuerza mínima de 32 kg y un máximo de 63 kg con una media de 51.74 kg Para mayor información ver la tabla 7.

Gráfica 6, Ciclos por minuto (s) operador 2 en el lapso de 7 días.



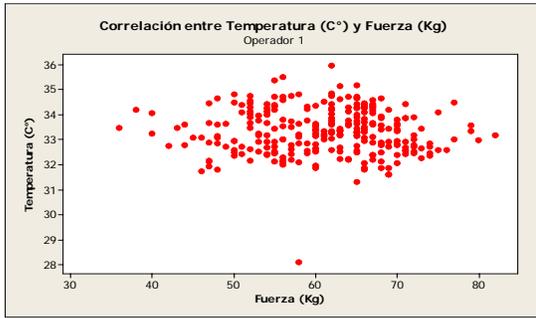
En la gráfica 3, se muestra el comportamiento de los ciclos por minuto a través del tiempo teniendo un mínimo de 100 movimientos y un máximo de 140 movimientos, con una media de

125.75 movimientos. Para mayor información ver la tabla 7.

4.2.1.2 Gráficas de Correlación.

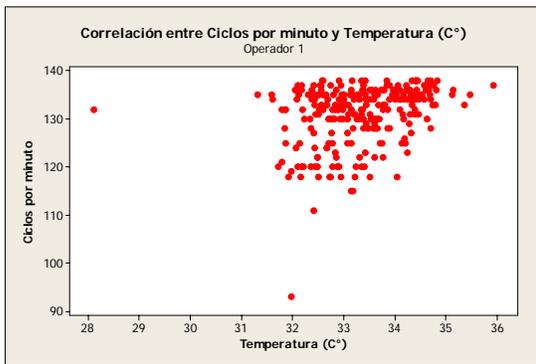
A continuación se presenta las gráficas de correlación del operador # 1 en el lapso de 7 días.

Gráfica 7, Correlación entre Temperatura (°C) y Fuerza (Kg) del operador 1 en el lapso de 7 días.



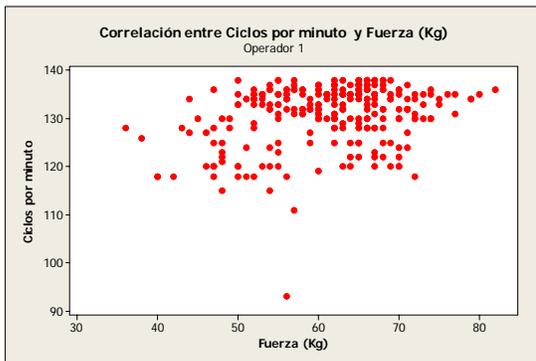
En la gráfica 7: se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza, siendo r de 0.041. Como r es 0.041 y es menor a 0.119 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

Gráfica 8, Correlación entre Ciclos por minuto y Temperatura (°C) del operados 1 en el lapso de 7 días.



En la gráfica 8: se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura, siendo r de 0.292. Como r es 0.292 y es mayor a 0.119 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa, ya que se rechaza H_0 .

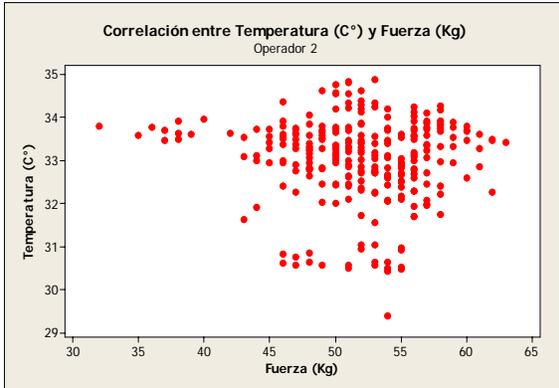
Gráfica 9, Correlación entre Ciclos por minuto y Fuerza del operador 1 en el lapso de 7 días.



En la gráfica 9: se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza, siendo r de 0.266. Como r es 0.266 y es mayor a 0.119 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa, ya que se rechaza H_0 .

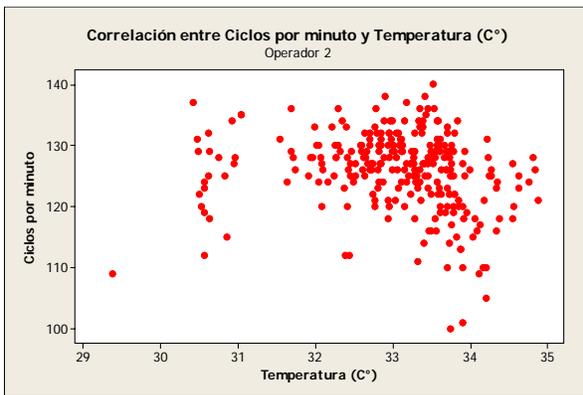
A continuación se presenta las gráficas de correlación del operador # 2 en el lapso de 7 días.

Grafica 10, Correlación entre Temperatura (C°) y Fuerza (Kg) del operador 2 en el lapso de 7 días.



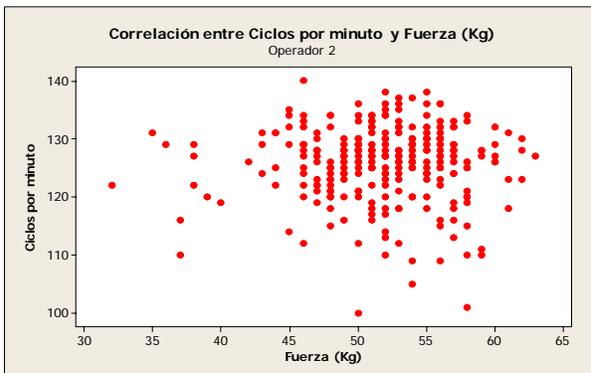
En la gráfica 10: se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza, siendo r de -0.072 . Como r es -0.072 y es menor a 0.119 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

Gráfica 11, Correlación entre Ciclos por minuto y Temperatura (°C) del operador 2 en el lapso de 7 días.



En la gráfica 11: se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura, siendo r de -0.172 . Como r es -0.172 y su valor absoluto es 0.172 que es mayor a 0.119 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa, ya que se rechaza H_0 .

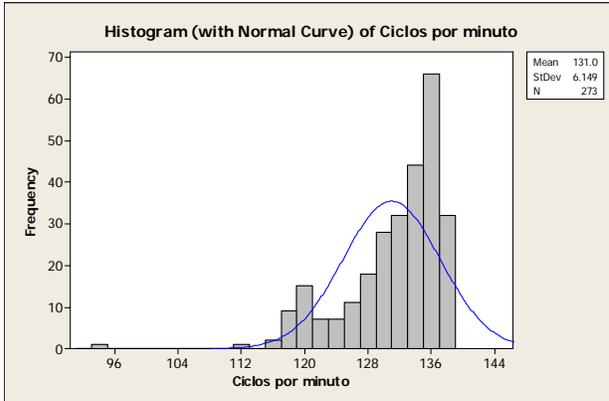
Grafica 12, Correlación ente Ciclos por minuto y Fuerza (Kg) del operador 2 en el lapso de 7 días.



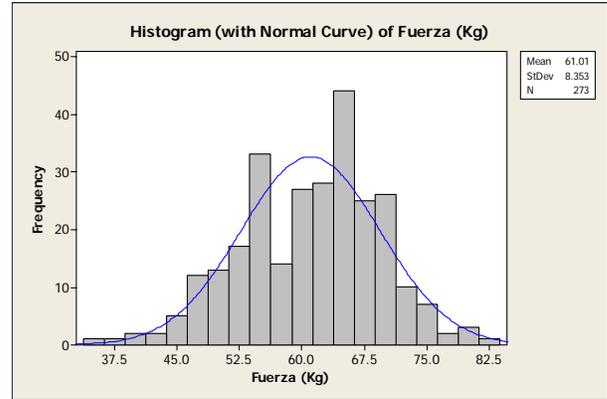
En la gráfica 12: se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza, siendo r de -0.002 . Como r es -0.002 y es menor a 0.119 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

4.2.1.3 Histogramas.

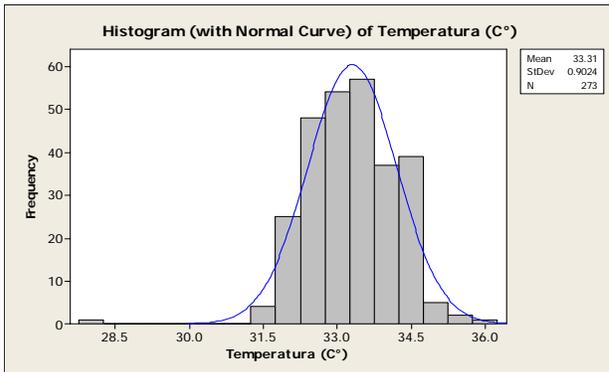
A continuación se presenta los histogramas del operador # 1 en el lapso de 7 días.



Grafica 13, Histograma con curva normal ciclos por minuto del operador 1 en un lapso de 7 días.



Grafica 14, Histograma con curva normal Fuerza. del operador 1 en un lapso de 7 días.



Grafica 15, Histograma con curva normal Temperatura. del operador 1 en un lapso de 7 días.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	130.97	6.15	37.81	4.69	93	128	133	135	138
Fuerza Kg	61.015	8.353	69.779	13.69	36	55	62	67	82
Temperatura °C	33.307	0.902	0.814	2.71	28.11	32.67	33.297	33.974	35.935

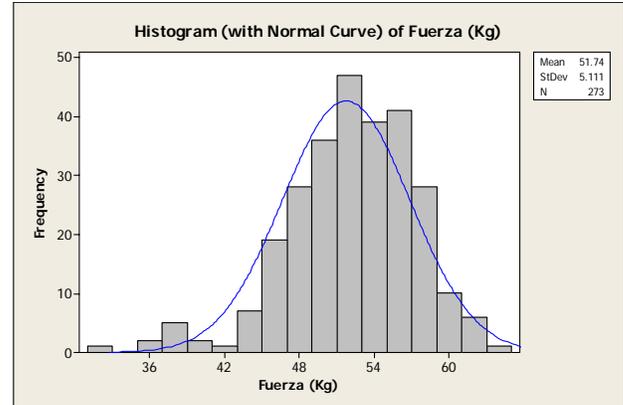
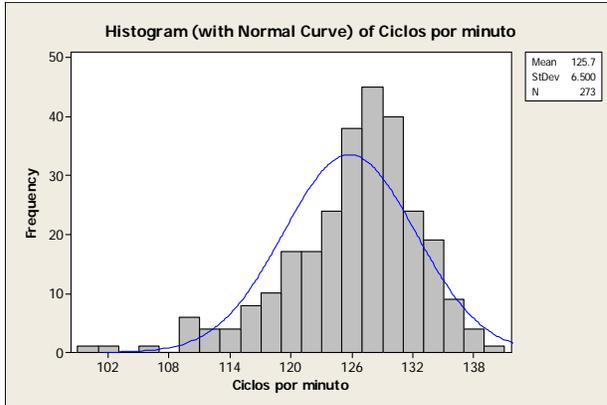
Tabla 6, Resultados de las variables del operador 1 en un lapso de 7 días.

En la grafica 13, se muestra el comportamiento de los ciclos por minuto teniendo un sesgo hacia la derecha, en la tabla 6, se muestra la media la cual es de 130.97 movimientos y una desviación estándar de 6.15 movimientos.

En la grafica 14, se muestra el comportamiento de la fuerza aglomerándose en el centro, en la tabla 6, se muestra la media que es de 61.015 kg y una desviación estándar de 8.353 kg

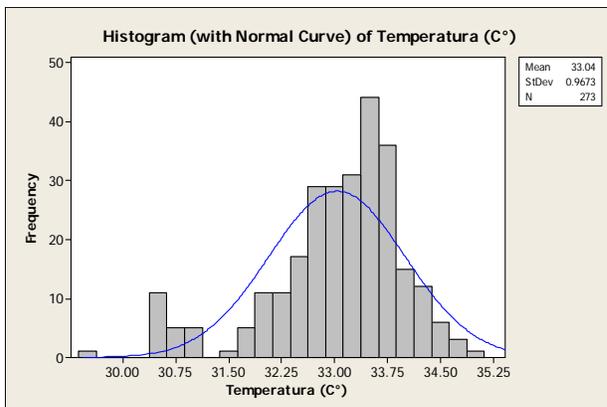
En la grafica 15, se muestra el comportamiento de la temperatura teniendo un sesgo hacia la derecha, en la tabla 6, se muestra la media que es de 33.30 °C y una desviación de 0.90°C.

A continuación se presenta las graficas de correlación del operador # 2 en el lapso de 7 días.



Grafica 16, Histograma con curva normal ciclos por minuto del operador 2 en un lapso de 7 días.

Grafica 17, Histograma con curva normal Fuerza (kg) del operador 2 en un lapso de 7 días.



Grafica 18, Histograma con curva normal Temperatura (°C) del operador 2 en un lapso de 7 días.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviación Estandar	Varianza	Coficiente de Variación	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	125.75	6.5	42.26	5.17	100	122	127	130	140
Fuerza Kg	51.74	5.111	26.12	9.88	32	49	52	55	63
Temperatura °C	33.036	0.967	0.936	2.93	29.384	32.632	33.245	33.691	34.878

Tabla 7, Resultados de las variables del operador 2 en un lapso de 7 días.

En la grafica 16, se muestra el comportamiento de los ciclos por minuto teniendo un sesgo hacia la derecha, en la tabla 7, se muestra la media la cual es de 125.75 movimientos y una desviación estándar de 6.5 movimientos.

En la grafica 17, se muestra el comportamiento de la fuerza con un pequeño sesgo hacia la derecha, en la tabla 7, se muestra la media que es de 51.74 kg y una desviación estándar de 5.11 kg

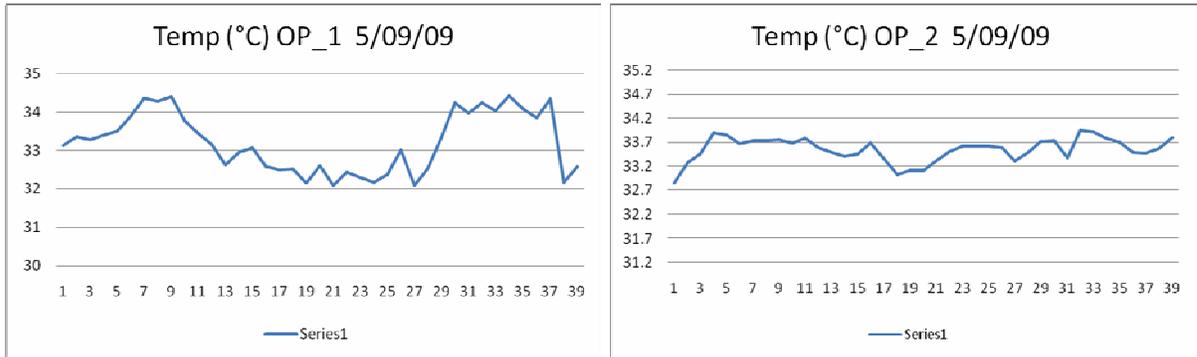
En la grafica 18, se muestra el comportamiento de la temperatura teniendo un pequeño sesgo hacia la derecha, en la tabla 7, se muestra la media que es de 33.036 (°C) y una desviación de 0.967(°C).

4.2.2 Experimento por día.

En base a los resultados obtenidos en el experimento a continuación se muestran las graficas de las variables por día, para mayor información ver las tablas del anexo 2.

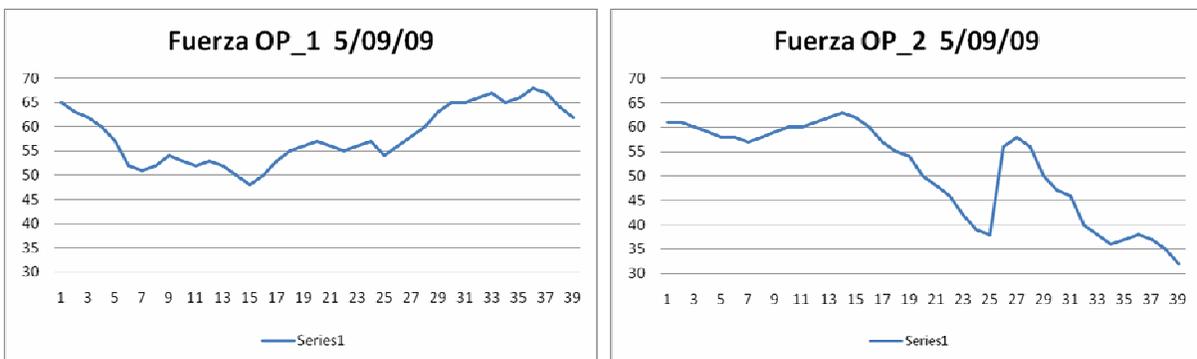
4.2.2.1 Gráficas de Tendencias de las Variables

En la gráfica, 19 se muestra el comportamiento de la Temperatura en base al tiempo del operador 1 teniendo temperatura mínima de 32.08°C, una temperatura máxima de 34.42°C y una media de 33.21°C. En la gráfica, 20 se muestra el comportamiento de la Temperatura en base al tiempo del operador 2 teniendo temperatura mínima de 32.84°C, una temperatura máxima de 33.95°C y una media de 33.55°C.



Gráfica, 19: Temperatura (°C) operador 1, 5/09/09. Gráfica, 20: Temperatura (°C) operador 2, 5/09/09.

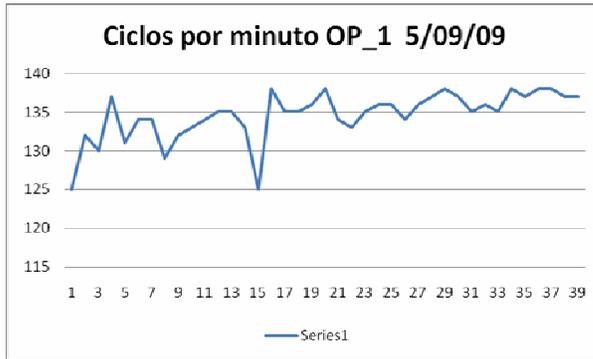
En la gráfica 21, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 1 teniendo fuerza mínima de 48kg, una fuerza máxima de 68kg y una media de 58.07 kg En la gráfica 22, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 2 teniendo fuerza mínima de 32kg, una fuerza máxima de 63kg y una media de 51.13kg



Gráfica, 21: Fuerza (kg) operador 1, 5/09/09

Gráfica, 22: Fuerza (kg) operador 2, 5/09/09

En la gráfica 23, se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 1 teniendo un mínimo de 125 movimientos, un máximo de 138 movimientos y una media de 134.56 movimientos. En la gráfica, 24 se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 2 teniendo un mínimo de 110 movimientos, un máximo de 133 movimientos y una media de 124.85 movimientos.

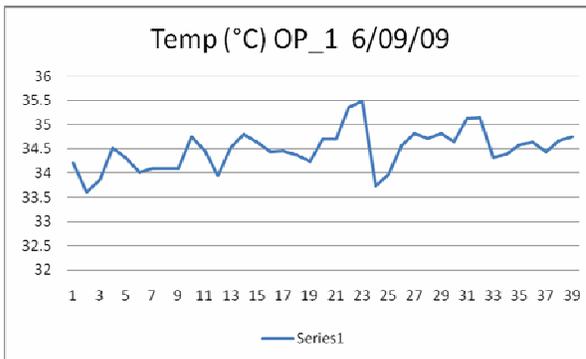


Gráfica, 23: Ciclos por minuto (s) operador 1, 5/09/09

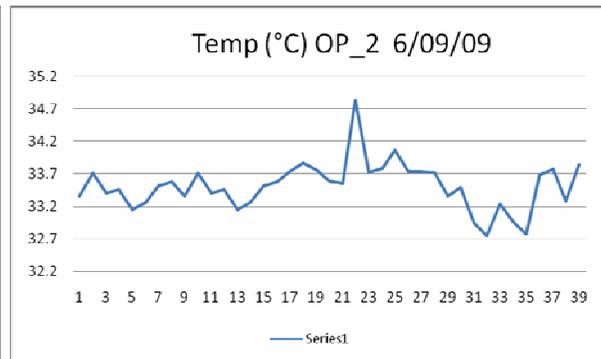


Gráfica, 24: Ciclos por minuto (s) operador 2, 5/09/09

En la gráfica, 25 se muestra el comportamiento de la temperatura en base al tiempo del operador 1, teniendo una temperatura mínima de 33.61°C y una máxima de 35.48°C y una media de 34.48°C. En la gráfica, 26 se muestra el comportamiento de la temperatura en base al tiempo del operador 2, teniendo una temperatura mínima de 32.84°C y una máxima de 33.95°C y una media de 33.55°C

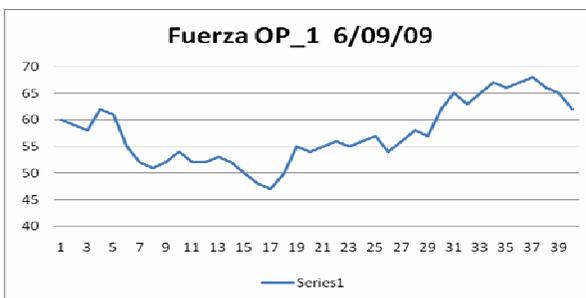


Gráfica, 25: Temperatura (°C) operador 1, 6/09/09

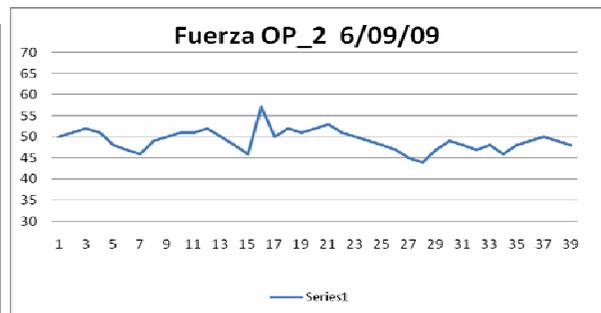


Gráfica, 26: Temperatura (°C) operador 2, 6/09/09

En la gráfica 27, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 1, teniendo una fuerza mínima de 47 kg una máxima 68 kg y una media de 57.35 kg En la gráfica 28, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 2, teniendo una fuerza mínima de 32 kg una máxima 63 kg y una media de 51.13 kg



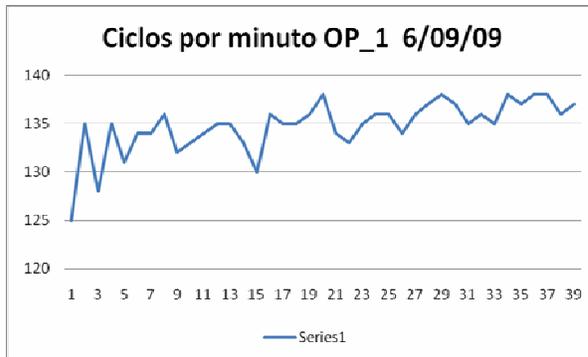
Gráfica, 27: Fuerza (kg) operador 1, 6/09/09



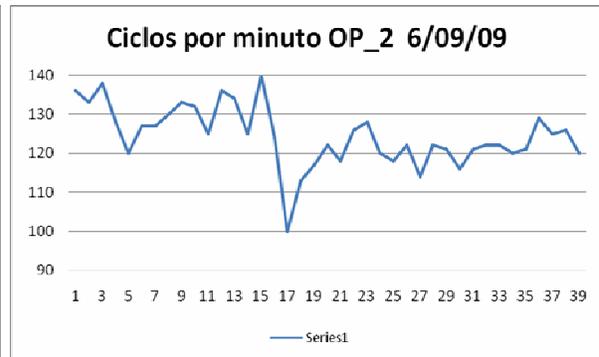
Gráfica, 28: Fuerza (kg) operador 2, 6/09/09

En la gráfica 29, se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 1, teniendo un mínimo de 125 movimientos un máximo de 138 movimientos y una

media de 134.77 movimientos. En la gráfica 30, se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 2, teniendo un mínimo de 100 movimientos un máximo de 140 movimientos y una media de 124.85 movimientos.

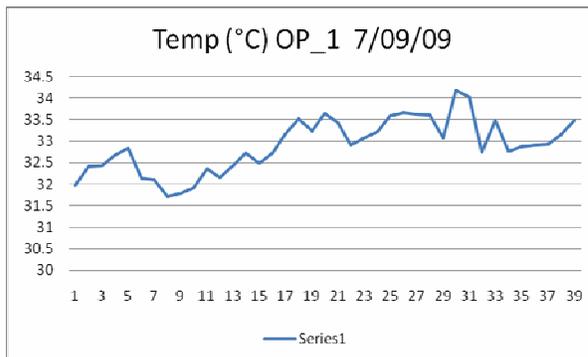


Gráfica, 29: Ciclos por minuto (s) operador 1, 6/09/09.

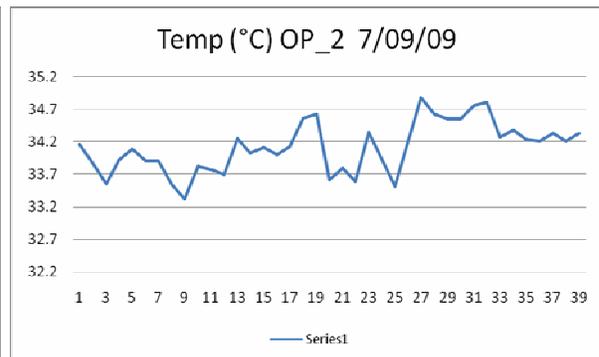


Gráfica, 30: Ciclos por minuto (s) operador 2, 6/09/09

En la gráfica 31, se muestra el comportamiento de la temperatura en base al tiempo del operador 1 teniendo una temperatura mínima de 31.71°C una máxima de 34.19°C y una media de 32.90°C. En la gráfica 32, se muestra el comportamiento de la temperatura en base al tiempo del operador 2, teniendo una temperatura mínima de 331.31°C una máxima de 34.87°C y una media de 34.11°C.

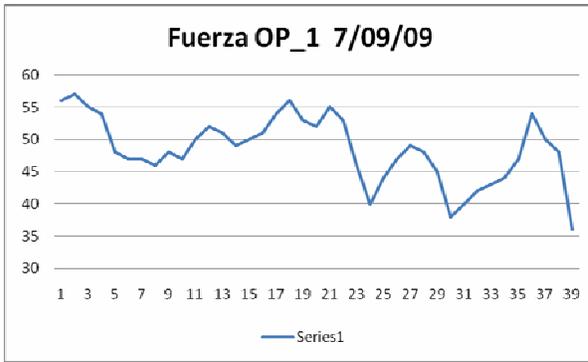


Gráfica, 31: Temperatura (°C) operador 1, 7/09/09

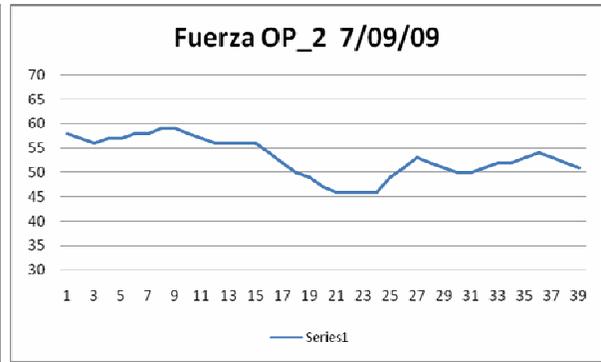


Gráfica, 32: Temperatura (°C) operador 2, 7/09/09

En la gráfica, 33 se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 1, teniendo una Fuerza mínima de 36kg una máxima de 57kg y una media de 48.51kg En la gráfica 34, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 2, teniendo una Fuerza mínima de 46kg una máxima de 59kg y una media de 53.02kg



Gráfica, 33: Fuerza (kg) operador 1, 7/09/09.



Gráfica 34: Fuerza (kg) operador 1, 7/09/09.

En la gráfica 35, se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 1 teniendo un mínimo de 93 movimientos un máximo de 134 movimientos y una media de 121.74 movimientos. En la gráfica 36 se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 2, teniendo un mínimo de 101 movimientos un máximo de 131 movimientos y una media de 119.87 movimientos.

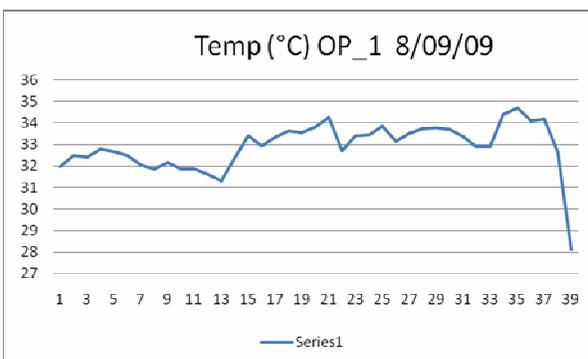


Gráfica, 35: Ciclos por minuto (s) operador 1, 7/09/09

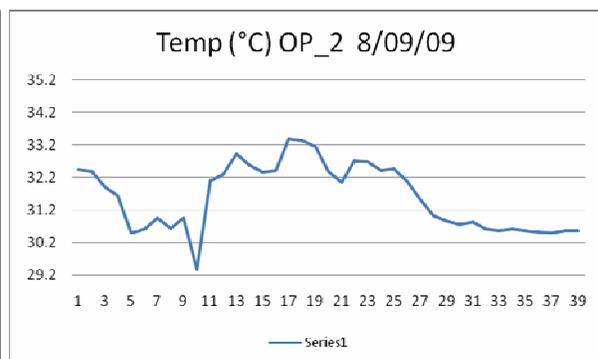


Gráfica, 36: Ciclos por minuto (s) operador 1, 7/09/09

En la gráfica 37, se muestra el comportamiento de la Temperatura en base al tiempo del operador 1 teniendo una temperatura mínima de 28.11°C una máxima de 34.69°C y una media de 32.91°C. En la gráfica 38, se muestra el comportamiento de la Temperatura en base al tiempo del operador 2, teniendo una temperatura mínima de 28.38°C una máxima de 33.40°C y una media de 31.51°C.

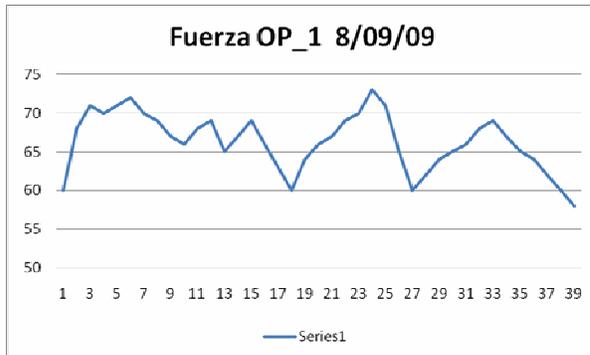


Gráfica, 37: Temperatura (°C) operador 1, 8/09/09

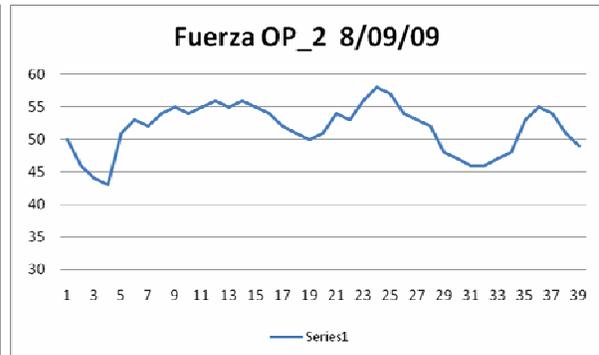


Gráfica, 38: Temperatura (°C) operador 1, 8/09/09

En la gráfica, 39 se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 1 teniendo una fuerza mínima de 58kg una máxima de 73kg y una media de 66.08kg En la gráfica 40, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 2, teniendo una fuerza mínima de 43kg una máxima de 58kg y una media de 51.74kg

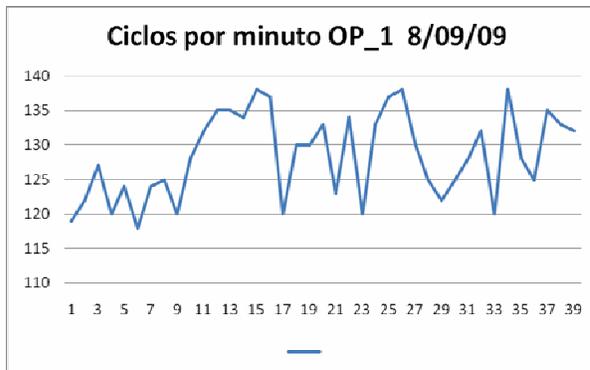


Gráfica, 39: Fuerza (kg) operador 1, 8/09/09

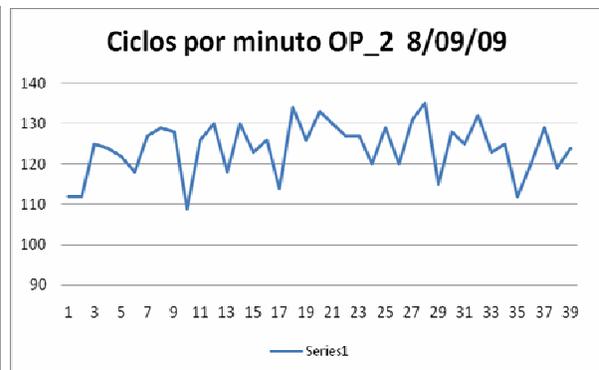


Gráfica, 40: Fuerza (kg) operador 2, 8/09/09.

En la gráfica 41, se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 1 teniendo un mínimo de 118 movimientos un máximo de 138 movimientos y una media de 128.44 movimientos. En la gráfica 42, se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 2, teniendo un mínimo de 109 movimientos un máximo de 135 movimientos y una media de 124.03 movimientos.

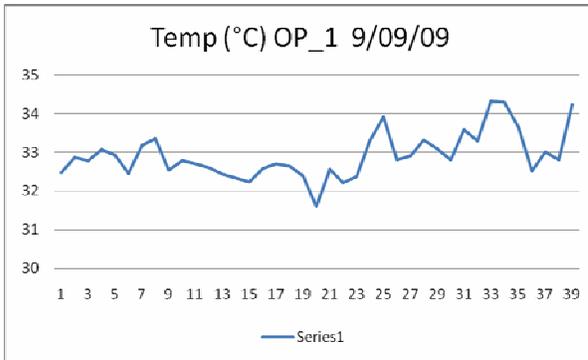


Gráfica, 41: Ciclos por minuto (s) operador 1, 8/09/09

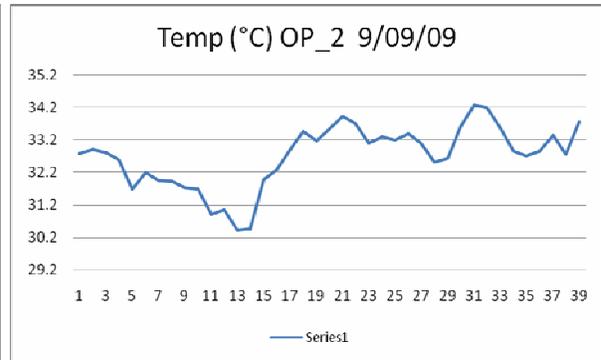


Gráfica, 42: Ciclos por minuto (s) operador 2, 8/09/09

En la gráfica 43, se muestra el comportamiento de la Temperatura en base al tiempo del operador 1 teniendo una temperatura mínima de 31.60°C una máxima de 34.30°C y una media de 32.91°C. En la gráfica 44, se muestra el comportamiento de la Temperatura en base al tiempo del operador 2, teniendo una temperatura mínima de 30.42°C una máxima de 34.27°C y una media de 32.69°C.

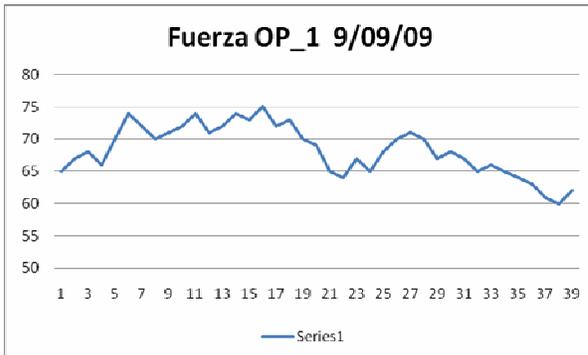


Gráfica No. 43: Temperatura (°C) operador 1, 9/09/09

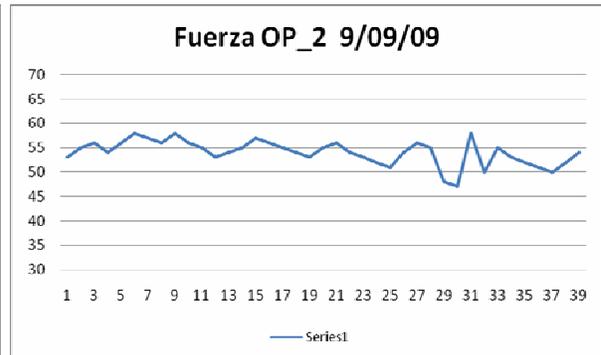


Gráfica No. 44: Temperatura (°C) operador 2, 9/09/09

En la gráfica, 45 se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 1 teniendo una fuerza mínima de 60kg una máxima de 75kg y una media de 68.35kg En la gráfica 46, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 2, teniendo una fuerza mínima de 47kg una máxima de 58kg y una media de 32.69kg

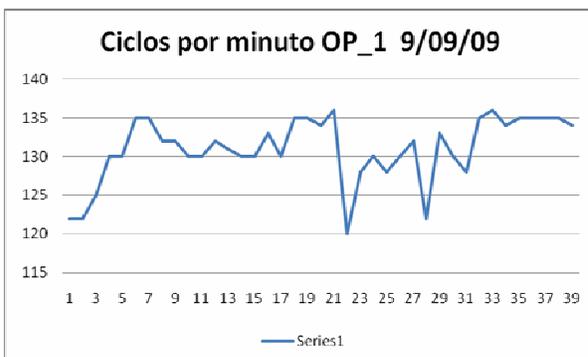


Gráfica, 45: Fuerza (kg) operador 1, 09/09/09



Gráfica, 46: Fuerza (kg) operador 2, 09/09/09

En la gráfica, 47 se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 1 teniendo un mínimo de 120 movimientos un máximo 136 movimientos y una media de 131 movimientos. En la gráfica 48, se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 2, teniendo un mínimo de 120 movimientos un máximo 138 movimientos y una media de 129 movimientos.

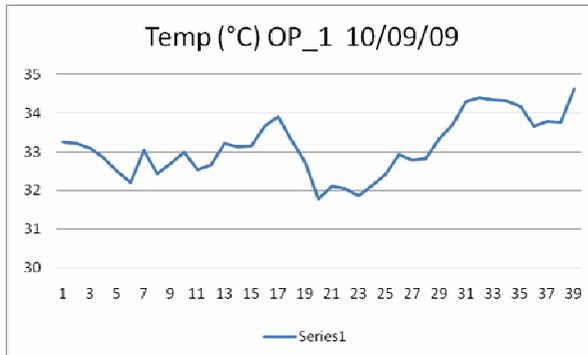


Gráfica, 47: Ciclos por minuto (s) operador 1, 09/09/09

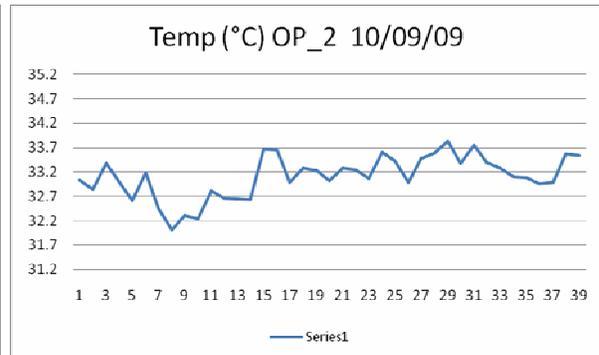


Gráfica, 48: Ciclos por minuto (s) operador 2, 9/09/09

En la gráfica 49, se muestra el comportamiento de la Temperatura en base al tiempo del operador 1 teniendo una temperatura mínima de 31.78°C una máxima de 34.61°C y una media de 33.12°C. En la gráfica 50 se muestra el comportamiento de la Temperatura en base al tiempo del operador 2, teniendo una temperatura mínima de 31.78°C una máxima de 34.61°C y una media de 33.12°C

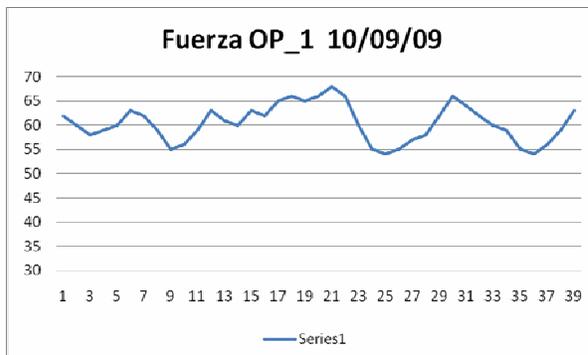


Gráfica, 49: Temperatura (°C) operador 1, 10/09/09

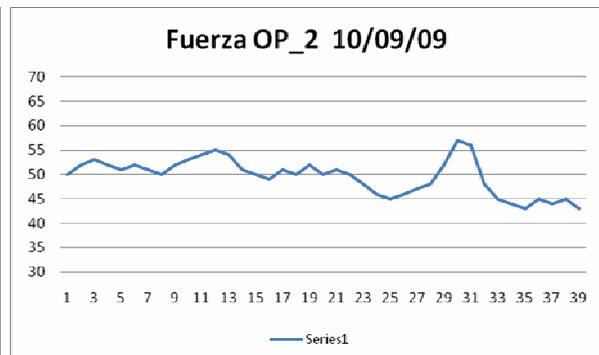


Gráfica, 50: Temperatura (°C) operador 2, 10/09/09

En la gráfica 51, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 1 teniendo una fuerza mínima 54kg de una máxima de 68 kg y una media de 60.43kg En la gráfica 52, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 2, teniendo una fuerza mínima 43kg de una máxima de 57 kg y una media de 49.61kg

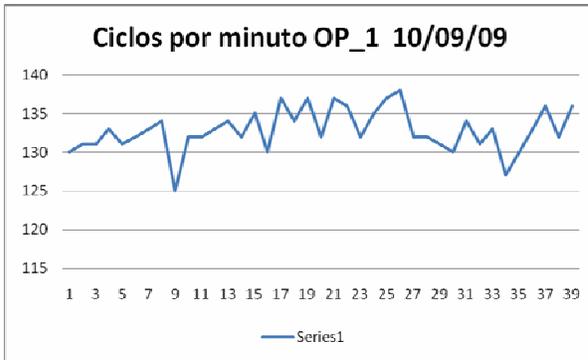


Gráfica 51: Fuerza (kg) operador 1, 10/09/09

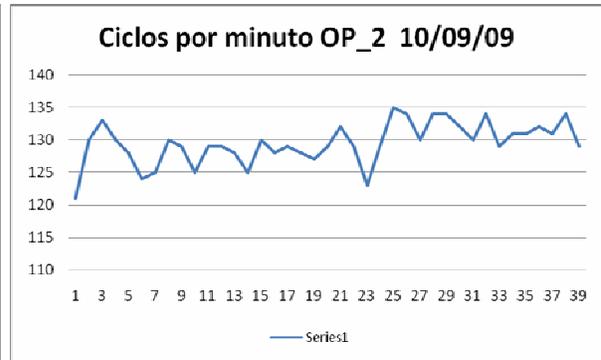


Gráfica 52: Fuerza (kg) operador 2, 10/09/09

En la gráfica 53 se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 1 teniendo un mínimo de 125 movimientos un máximo de 138 movimientos y una media de 130 movimientos. En la gráfica 54, se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 2, teniendo un mínimo de 122 movimientos un máximo de 135 movimientos y una media de 128 movimientos.

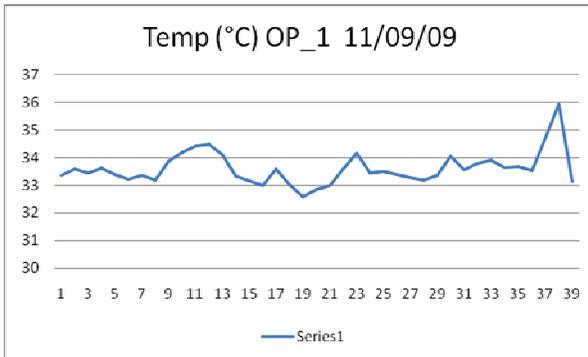


Gráfica 53: Ciclos por minuto(s) operador 1, 10/09/09

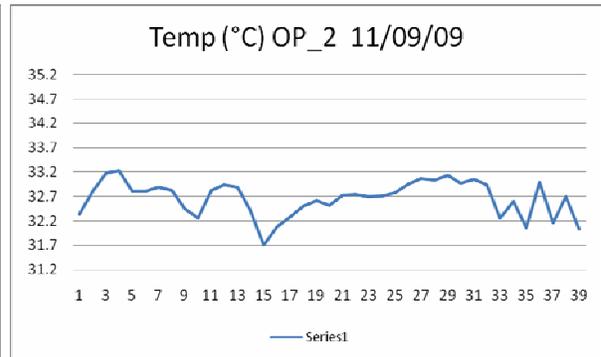


Gráfica 54: Ciclos por minuto(s) operador 2, 10/09/09

En la gráfica 55 se muestra el comportamiento de la Temperatura en base al tiempo del operador 1 teniendo una temperatura mínima de 32.58°C una máxima de 35.93°C y una media de 33.59°C. En la gráfica 56, se muestra el comportamiento de la Temperatura en base al tiempo del operador 2, teniendo una temperatura mínima de 31.70°C una máxima de 33.22°C y una media de 32.66°C.

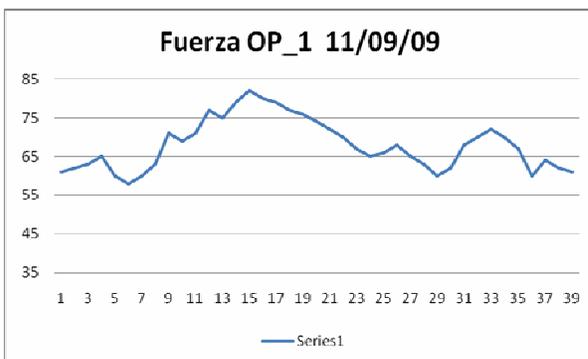


Gráfica 55: Temperatura (°C) operador 1, 11/09/09

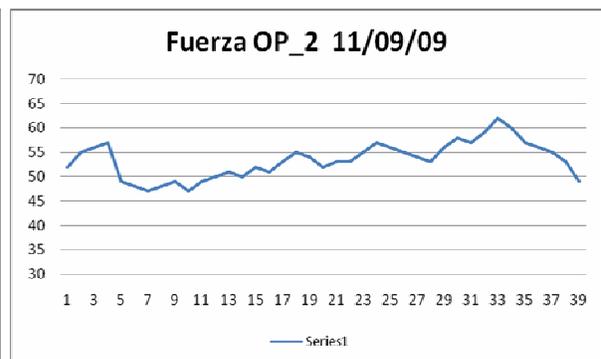


Gráfica 56: Temperatura (°C) operador 2, 11/09/09

En la gráfica 57, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 1 teniendo una fuerza mínima de 58kg una máxima de 82kg y una media de 68.05kg. En la gráfica 58, se muestra el comportamiento de la Fuerza en base al tiempo del operador 2, teniendo una fuerza mínima de 47kg una máxima de 62kg y una media de 53.41kg.



Gráfica 57: Fuerza (kg) operador 1, 11/09/09



Gráfica 58: Fuerza (kg) operador 2, 11/09/09

En la gráfica 59, se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 1 teniendo un mínimo de 128 movimientos un máximo de 137 movimientos y una media de 133.46 movimientos. En la gráfica 60, se muestra los ciclos por minuto en base al tiempo del operador 2, teniendo un mínimo de 123 movimientos un máximo de 134 movimientos y una media de 128.26 movimientos.



Gráfica 59: Ciclos por minuto(s) operador 1, 11/09/09



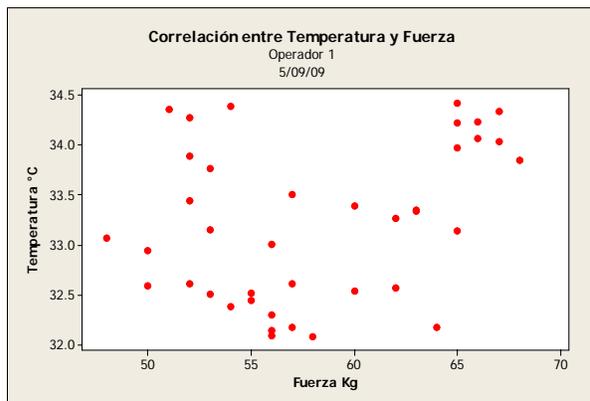
Gráfica 60: Ciclos por minuto(s) operador 2, 11/09/09

4.2.2 Graficas de Correlación

A continuación se presenta las graficas de correlación de los operadores 1y 2 en el por día.

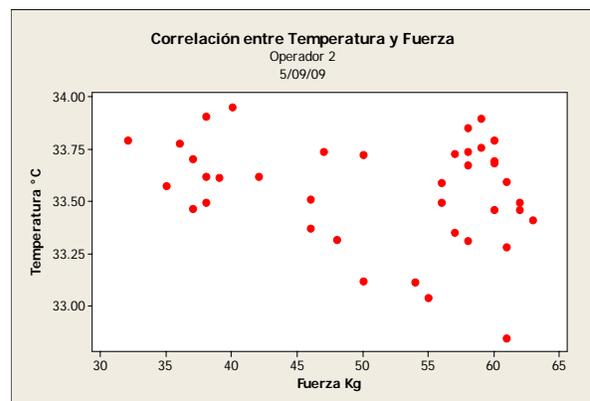
En la gráfica. 61 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador # 1 siendo r de 0.322. Como r es 0.322 y es mayor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa, ya que se rechaza H_0 .

En la gráfica. 62 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador # 2, siendo r de -0.258. Como r es -0.258 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



Gráfica. 61: Correlación Temperatura ($^{\circ}$ C) y Fuerza (kg)

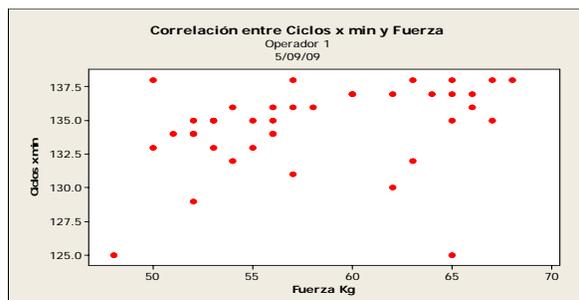
Operador 1, 5/09/09.



Gráfica.62: Correlación Temperatura ($^{\circ}$ C) y Fuerza

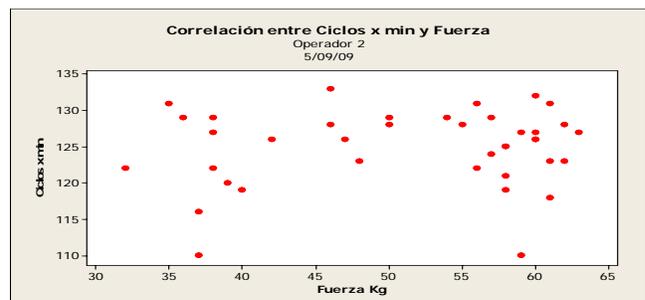
Operador 2, 5/09/09.

En la gráfica. 63 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 1, siendo r de 0.325. Como r es 0.325 y es mayor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que hay una correlación lineal significativa. Ya que se rechaza H_0 . En la gráfica. 64 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 2, siendo r de 0.122. Como r es 0.122 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa



Gráfica. 63: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg)

Operador 1, 5/09/09.

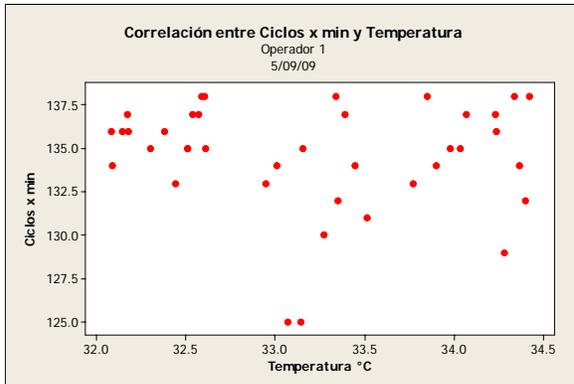


Gráfica. 64: Correlación Ciclos por minuto(s) Fuerza

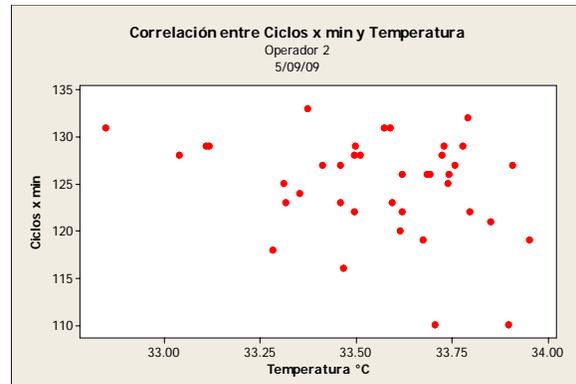
Operador 2, 5/09/09.

En la gráfica. 65 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 1, siendo r de -0.080 . Como r es -0.080 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica. 66 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador #2, siendo r de -0.301 . Como r es -0.301 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



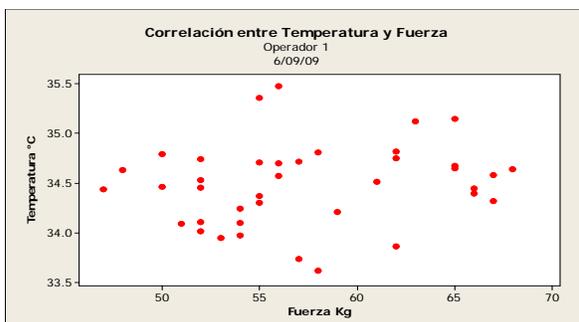
Gráfica. 65: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura (°C) Operador 1, 5/09/09.



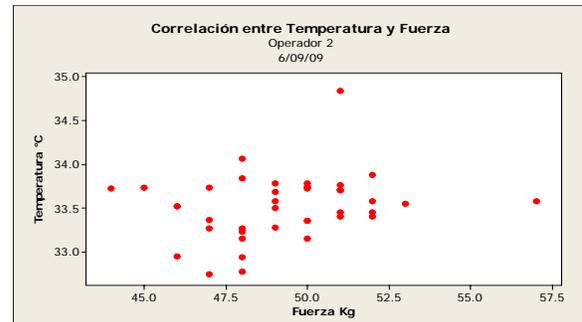
Gráfica. 66: Correlación Ciclos por minuto(s) y Temperatura (°C) Operador 2, 5/09/09.

En la gráfica. 67 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador #1, siendo r de 0.171 . Como r es 0.171 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica. 68 se muestra la no correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador #2, siendo r de 0.227 . Como r es 0.227 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



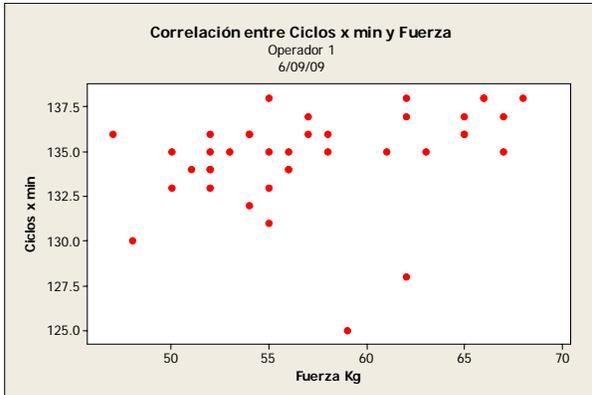
Gráfica. 67: Correlación Temperatura (°C) y Fuerza (kg) Operador 1, 6/09/09.



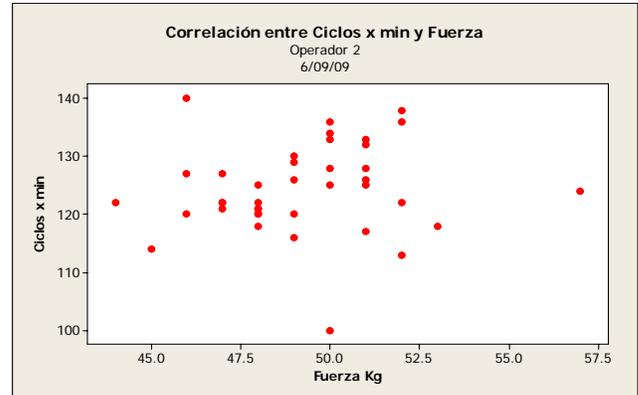
Gráfica. 68: Correlación Temperatura (°C) y Fuerza (kg) Operador 2, 6/09/09.

En la gráfica. 69 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 1, siendo r de 0.320. Como r es 0.320 y es mayor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa. Ya que se rechaza H_0 .

En la gráfica. 70 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 2, siendo r de 0.125. Como r es 0.125 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



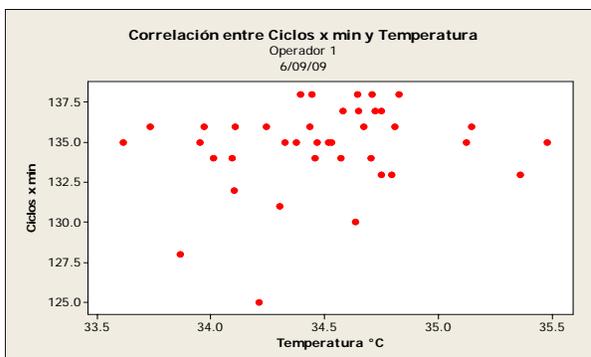
Gráfica. 69: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 1, 6/09/09.



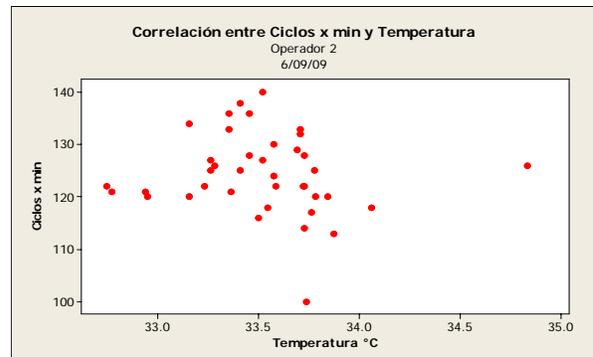
Gráfica.70: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 2, 6/09/09.

En la gráfica. 71 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador #1, siendo r de 0.198. Como r es 0.198 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica 72 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador #2, siendo r de -0.114. Como r es -0.114 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



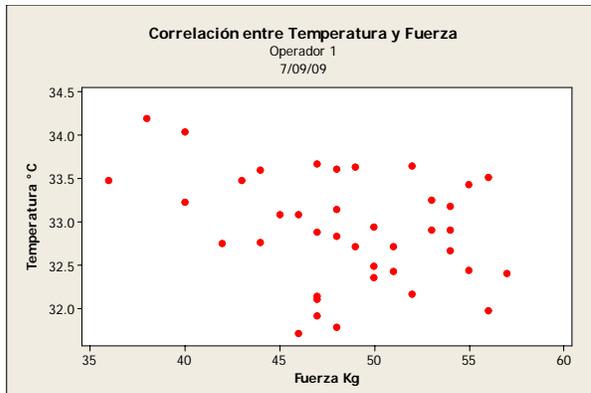
Gráfica. 71: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (°C) Operador 1, 6/09/09.



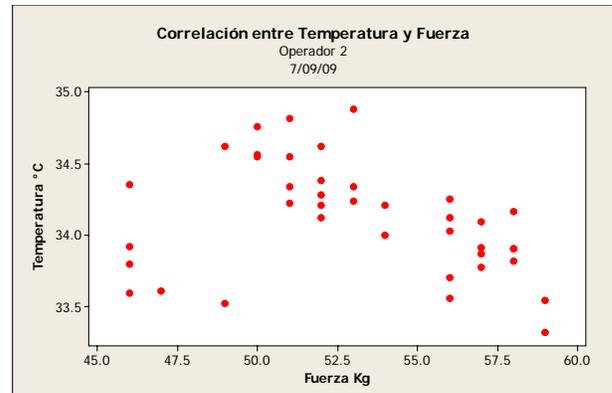
Gráfica. 72: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (°C) Operador 2, 6/09/09.

En la gráfica. 73 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador #1, siendo r de -0.327 . Como r es -0.327 y su valor absoluto es 0.327 y es mayor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa. Ya que se rechaza H_0 .

En la gráfica. 74 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador #2, siendo r de -0.291 . Como r es -0.291 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



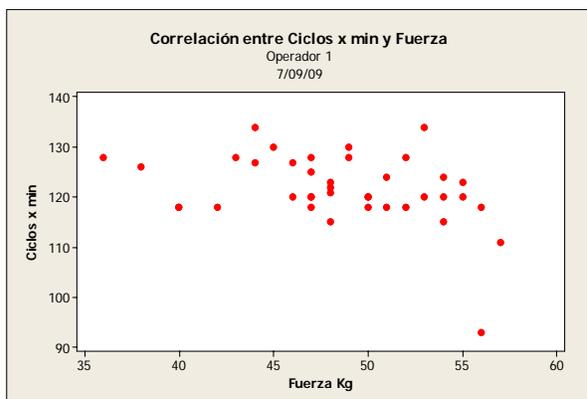
Gráfica. 73: Correlación Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Fuerza (kg) Operador 1, 7/09/09.



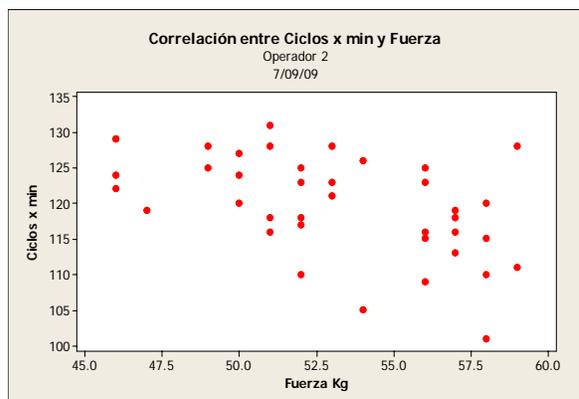
Gráfica. 74: Correlación Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Fuerza (kg) Operador 2, 7/09/09.

En la gráfica. 75 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 1 es de -0.369 . Como r es -0.369 y su valor absoluto es 0.369 y es mayor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa. Ya que se rechaza H_0 .

En la gráfica. 76 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 2 es de -0.508 . Como r es -0.508 y su valor absoluto es 0.508 y es mayor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa. Ya que se rechaza H_0 .



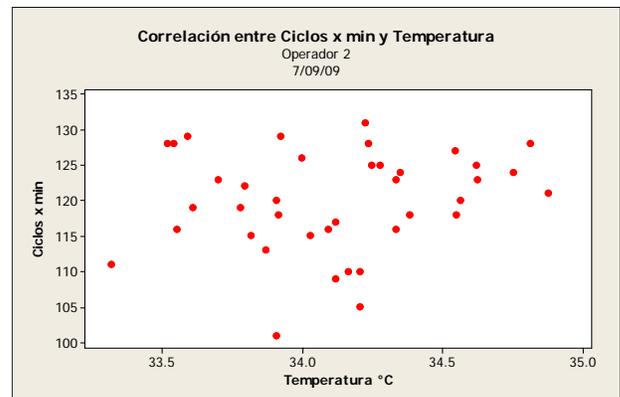
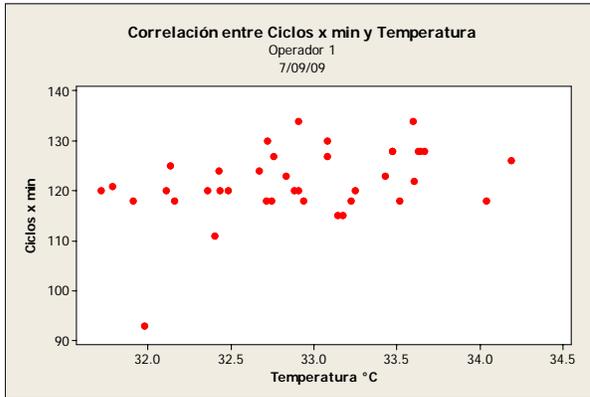
Gráfica. 75: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 1, 7/09/09.



Gráfica. 76: Correlación Ciclos por minuto(s) y Operador 2, 7/09/09.

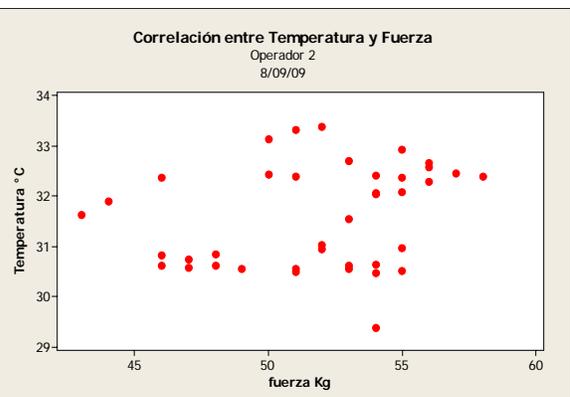
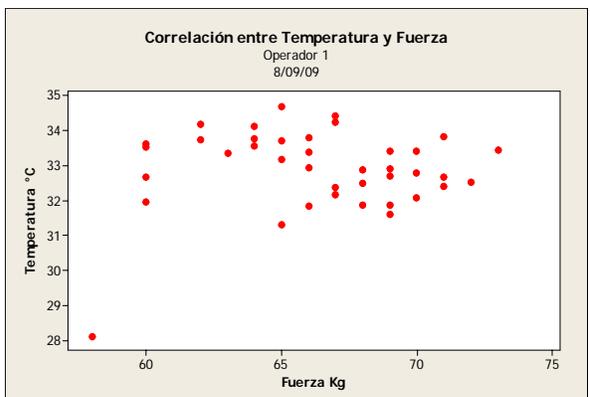
En la gráfica. 77 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 1, siendo r de 0.395. Como r es 0.395 y es mayor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa. Ya que se rechaza H_0 .

En la gráfica. 78 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 2, siendo r de 0.153. Como r es 0.153 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



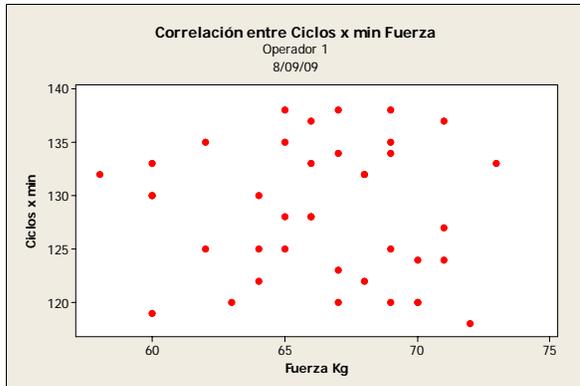
En la gráfica. 79 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador #1, siendo r de 0.085. Como r es 0.085 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica. 80 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador # 2, siendo r de 0.234. Como r es 0.234 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

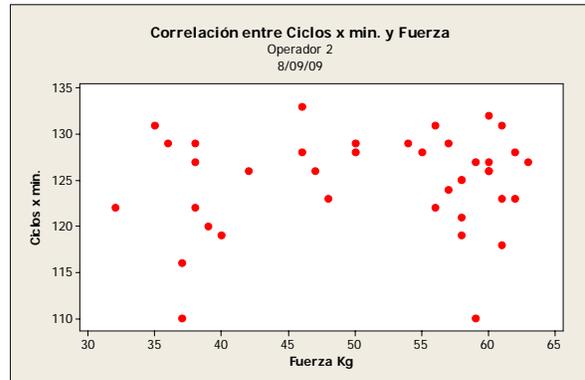


En la gráfica. 81 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minutos y Fuerza en el operador # 1, siendo r de -0.081 . Como r es -0.081 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica. 82 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 2, siendo r 0.122 . Como r es 0.122 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



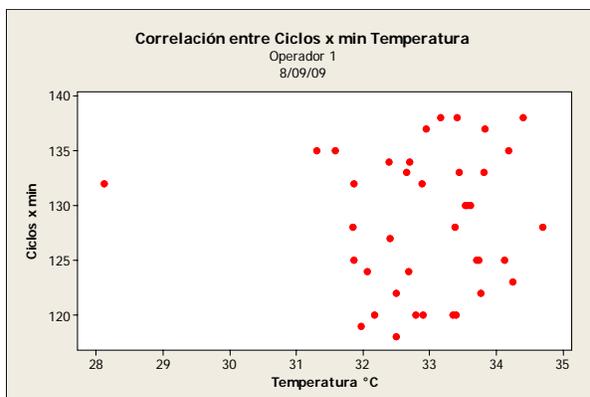
Gráfica.81: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 1, 8/09/09.



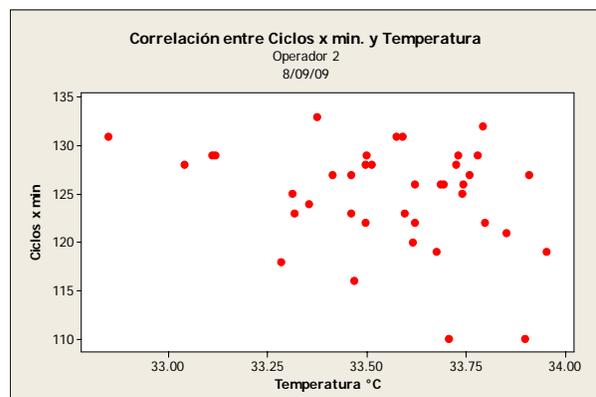
Gráfica 82: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 2, 8/09/09.

En la gráfica 83 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 1, siendo r de es de 0.014 . Como r es 0.014 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica 84 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 2, siendo r de -0.301 . Como r es -0.301 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



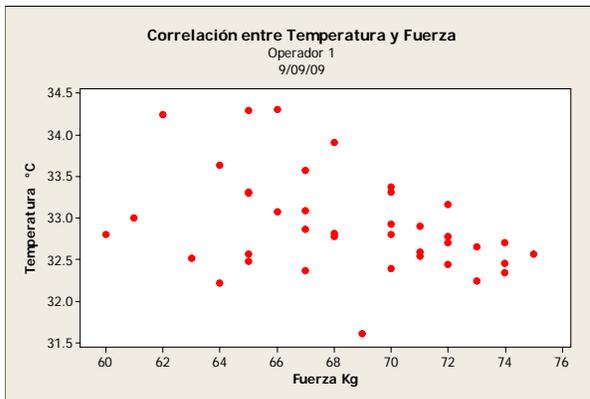
Gráfica. 83: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (°C) Operador 1, 8/09/09.



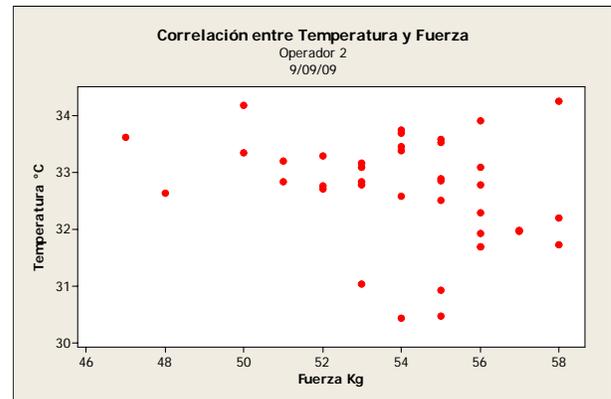
Gráfica. 84: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (°C) Operador 2, 8/09/09.

En la gráfica. 85 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador #1, siendo r de -0.376 . Como r es -0.376 y su valor absoluto es 0.376 y es mayor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa. Ya que se rechaza H_0 .

En la gráfica. 86 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador # 2, siendo r de -0.282 . Como r es -0.282 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



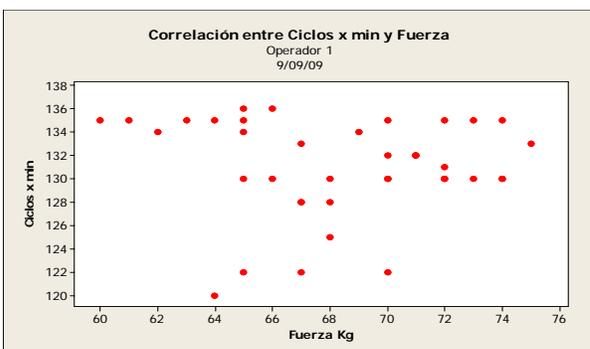
Gráfica. 85: Correlación Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Fuerza (kg) Operador 1, 9/09/09.



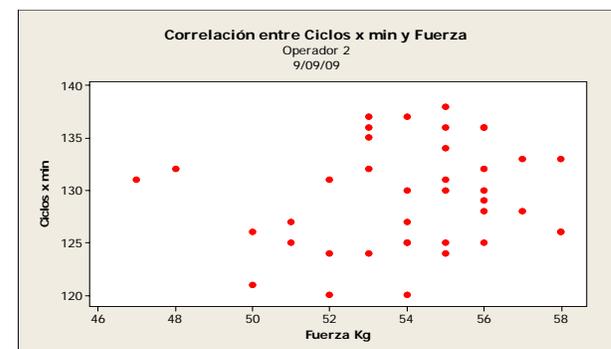
Gráfica. 86: Correlación Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Fuerza Operador 2, 9/09/09.

En la gráfica. 87 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 1, siendo r de -0.035 . Como r es -0.035 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica. 88 se muestra la no correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 2, siendo r de 0.156 . Como r es 0.156 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



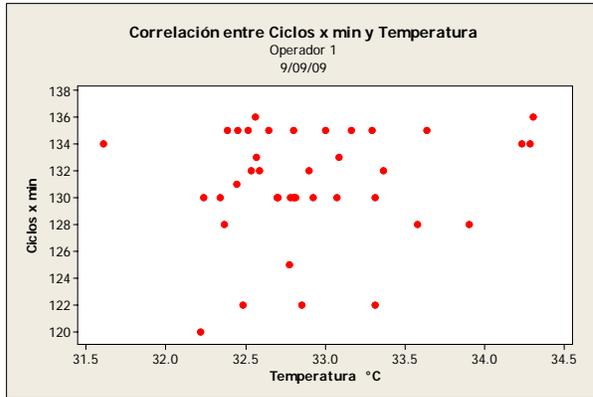
Gráfica. 87: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 1, 9/09/09.



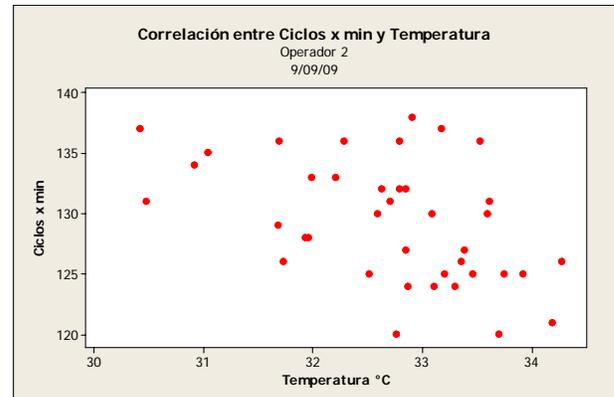
Gráfica. 88: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 2, 9/09/09.

En la gráfica. 89 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 1, siendo r de 0.158. Como r es 0.158 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica. 90 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 2, siendo r de -0.471. Como r es -0.471 y su valor absoluto es 0.471 y es mayor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa. Ya que se rechaza H_0 .



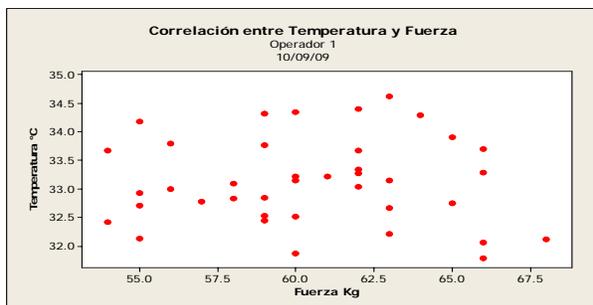
Gráfica. 89: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (°C) Operador 1, 9/09/09.



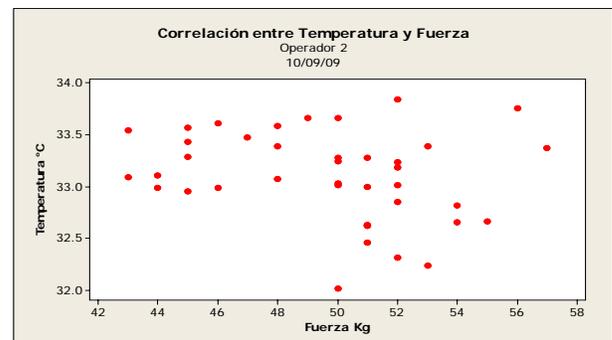
Gráfica. 90: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (°C) Operador 2, 9/09/09.

En la gráfica 91 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador # 1, siendo r de -0.034. Como r es -0.034 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica. 92 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador # 2, siendo r de -0.233. Como r es -0.233 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



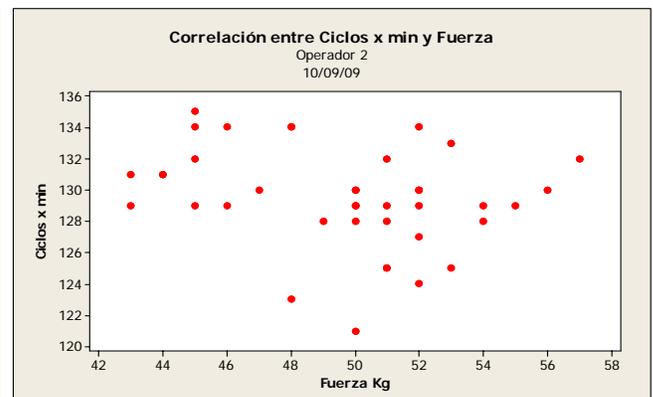
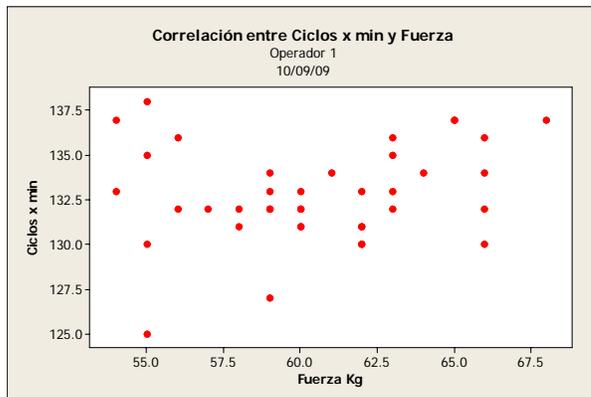
Gráfica. 91: Correlación Temperatura (°C) y Fuerza (kg) Operador 1, 10/09/09.



Gráfica. 92: Correlación Temperatura (°C) y Fuerza (kg) Operador 2, 10/09/09.

En la gráfica. 93 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 1, siendo r de 0.190. Como r es 0.190 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica. 94 se muestra la no correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 2, siendo r de -0.254. Como r es -0.254 y es menor 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

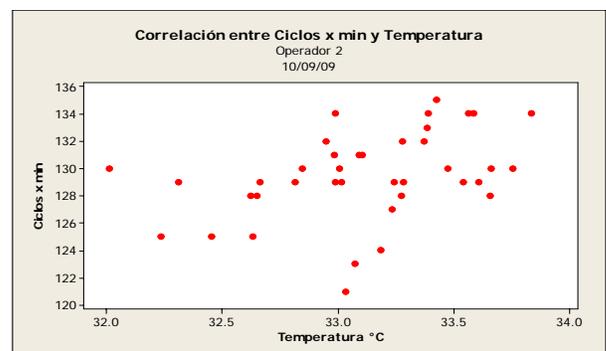
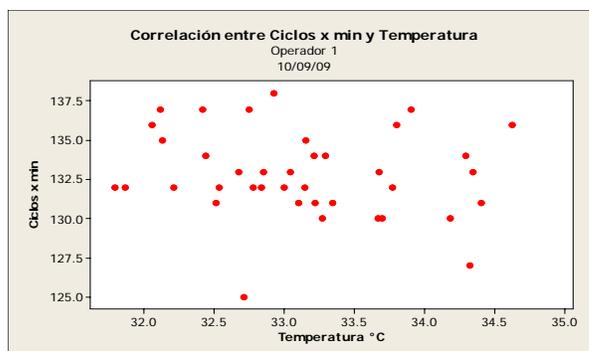


Gráfica. 93: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 1, 10/09/09.

Gráfica. 94: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 2, 10/09/09.

En la gráfica 95 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 1, siendo r de -0.159. Como r es -0.159 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica 96 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 2, siendo r de 0.400. Como r es 0.400 y es mayor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que existe una correlación lineal significativa. Ya que se rechaza H_0 .

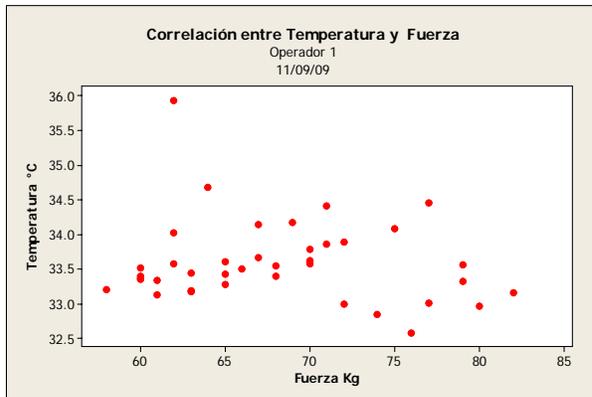


Gráfica. 95: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (°C) Operador 1, 10/09/09.

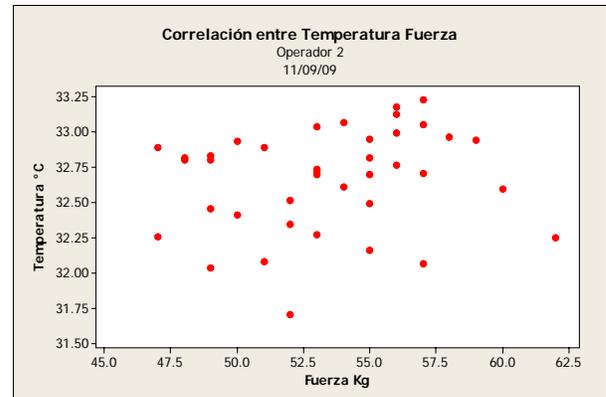
Gráfica. 96: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (°C) Operador 2, 10/09/09.

En la gráfica 97 se muestra la correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador # 1, siendo r de -0.139 . Como r es -0.139 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica 98 se muestra la no correlación que existe entre Temperatura y Fuerza en el operador # 2, siendo r de 0.169 . Como r es 0.169 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



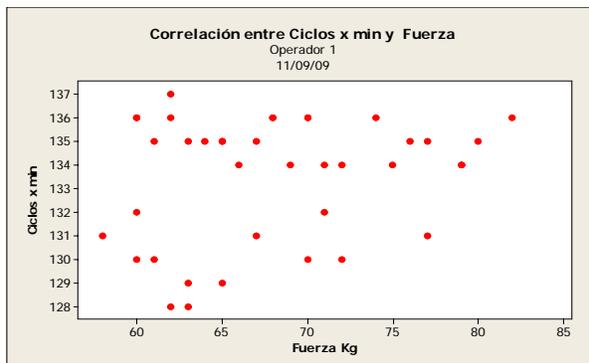
Gráfica. 97: Correlación Temperatura (°C) y Fuerza (kg) Operador 1, 11/09/09.



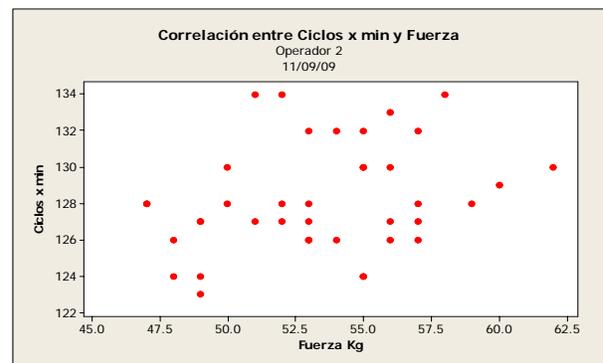
Gráfica. 98: Correlación Temperatura (°C) y Fuerza Operador 2, 11/09/09.

En la gráfica 99 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 1, siendo r de 0.230 . Como r es 0.230 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica 100 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Fuerza en el operador # 2, siendo r de 0.291 . Como r es 0.291 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



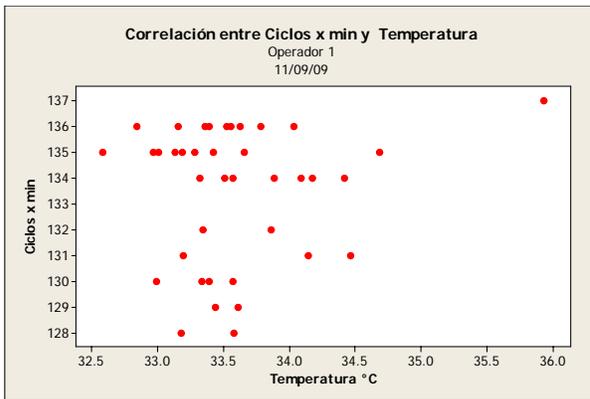
Gráfica 99: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 1, 11/09/09.



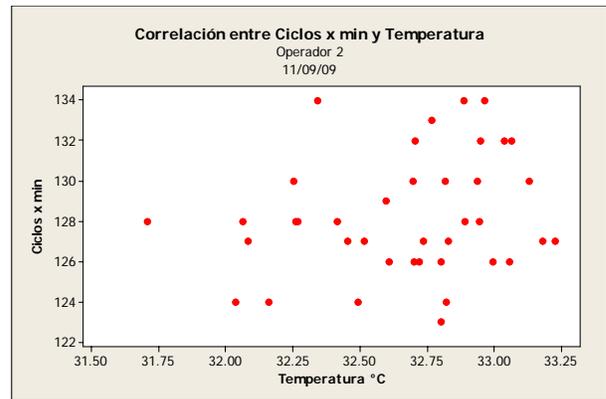
Gráfica 100: Correlación Ciclos por minuto(s) y Fuerza (kg) Operador 2, 11/09/09.

En la gráfica. 101 se muestra la no correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 1, siendo r 0.116. Como r es 0.116 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.

En la gráfica 102 se muestra la correlación que existe entre Ciclos por minuto y Temperatura en el operador # 2, siendo r de 0.216. Como r es 0.216 y es menor a 0.316 que es el valor crítico se concluye que no se rechaza H_0 por lo que no hay evidencia suficiente para concluir que existe una correlación lineal significativa.



Gráfica. 101: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (°C) Operador 1, 11/09/09.

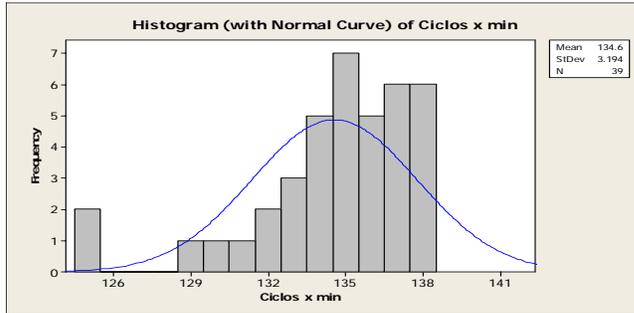


Gráfica. 102: Correlación Ciclos por minuto (s) y Temperatura (°C) Operador 2, 11/09/09

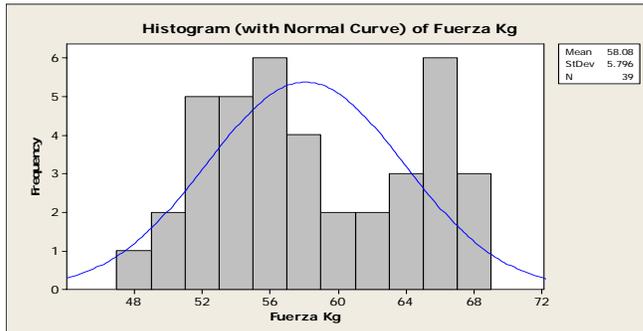
4.2.2.3 Histogramas

A continuación se presentan los histogramas del operador # 1 por día.

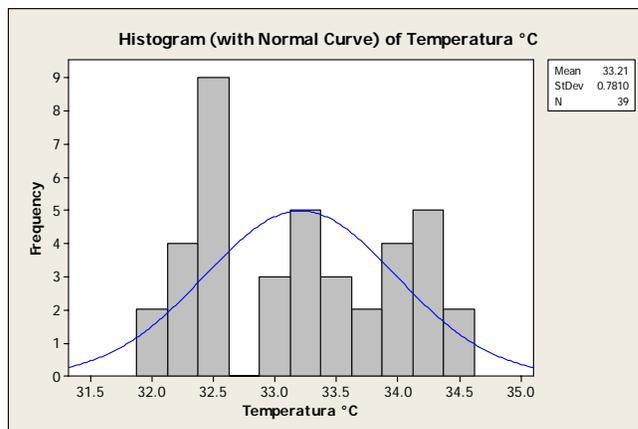
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 5/09/09



Gráfica 103: Histograma con curva normal de ciclos por minuto Operador 1, 5/09/09.



Gráfica 104: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 5/09/09.



Gráfica. 105: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 1, 5/09/09.

En la tabla 8: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 1 la cual se muestra su comportamiento en la grafica 103 teniendo como media 134.56 movimientos y una desviación estándar de 3.19 kg el día 5/09/09.

Tabla 8: Resultados del Histograma de ciclos por minuto. Operador 1, 5/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	134.56	3.19	10.2	2.37	125	133	135	137	138
Fuerza Kg	58.077	5.796	33.599	9.98	48	53	57	64	68
Temperatura °C	33.21	0.781	0.61	2.35	32.081	32.51	33.152	33.978	34.421

En la tabla 9: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 1 la cual se muestra su comportamiento en la grafica 104 teniendo como media 58.077 kg y una desviación estándar de 5.796 kg el día 5/09/09.

Tabla 9: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 5/09/09

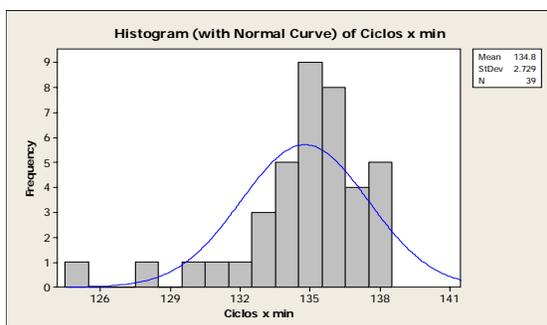
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	134.56	3.19	10.2	2.37	125	133	135	137	138
Fuerza Kg	58.077	5.796	33.599	9.98	48	53	57	64	68
Temperatura °C	33.21	0.781	0.61	2.35	32.081	32.51	33.152	33.978	34.421

En la tabla 10: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 1 la cual se muestra su comportamiento en la grafica 105 teniendo como media 33.21 (°C) y una desviación estándar de 0.781(°C) el día 5/09/09.

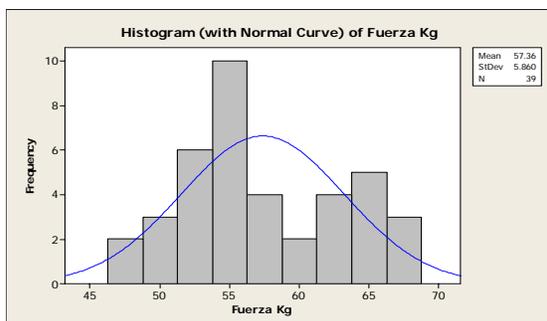
Tabla 10: Resultados del Histograma de Temperatura (kg). Operador 1, 5/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	134.56	3.19	10.2	2.37	125	133	135	137	138
Fuerza Kg	58.077	5.796	33.599	9.98	48	53	57	64	68
Temperatura °C	33.21	0.781	0.61	2.35	32.081	32.51	33.152	33.978	34.421

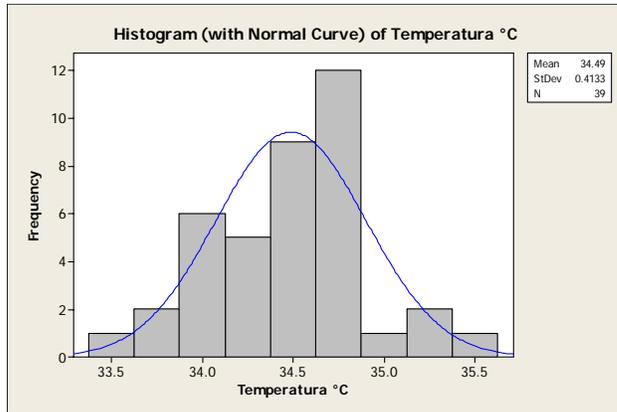
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 6/09/09



Gráfica 106: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 1, 6/09/09.



Gráfica 107: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 6/09/09.



Gráfica 108: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 1, 6/09/09.

En la tabla 11: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 1 la cual se muestra su comportamiento en la grafica. 106 teniendo como media 134.77 movimientos y una desviación estándar de 2.73 movimientos y con un sesgo hacia la derecha del día 6/09/09.

Tabla. 11: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 1, 6/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	134.77	2.73	7.45	2.02	125	134	135	136	138
Fuerza Kg	57.359	5.86	34.341	10.22	47	52	56	62	68
Temperatura °C	34.488	0.413	0.171	1.2	33.613	34.212	34.518	34.722	35.48

En la tabla 12: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 1 la cual se muestra su comportamiento en la grafica 107 teniendo una media de 57.359 kg y una desviación estándar de 5.86 kg el día 6/09/09.

Tabla.12: Resultados del Histograma de Fuerza (kg) Operador 1, 6/09/09

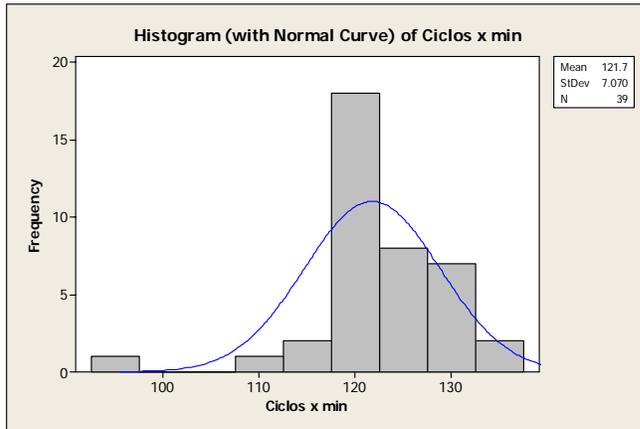
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	134.77	2.73	7.45	2.02	125	134	135	136	138
Fuerza Kg	57.359	5.86	34.341	10.22	47	52	56	62	68
Temperatura °C	34.488	0.413	0.171	1.2	33.613	34.212	34.518	34.722	35.48

En la tabla 13: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 108 teniendo una media de 34.488 (°C) y una desviación estándar de 0.413 (°C) el día 6/09/09.

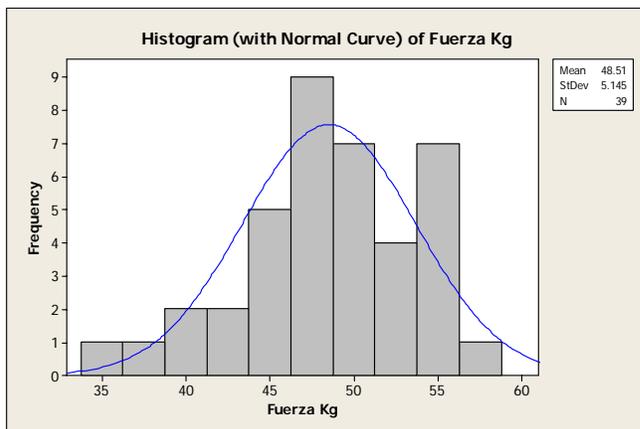
Tabla 13: Resultados del Histograma de Temperatura (°C). Operador 1, 6/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	134.77	2.73	7.45	2.02	125	134	135	136	138
Fuerza Kg	57.359	5.86	34.341	10.22	47	52	56	62	68
Temperatura °C	34.488	0.413	0.171	1.2	33.613	34.212	34.518	34.722	35.48

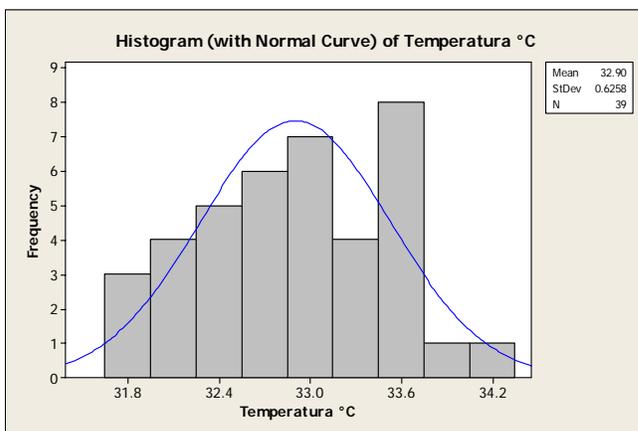
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 7/09/09



Gráfica 109: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 1, 7/09/09.



Gráfica 110: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 7/09/09



Gráfica 111: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 1, 7/09/09.

En la tabla 14: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica. 109 teniendo una media de 121.74 movimientos y una desviación estándar de 7.07 el día 7/09/09.

Tabla. 14: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 1, 07/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	121.74	7.07	49.99	5.81	93	118	120	127	134
Fuerza Kg	48.513	5.145	26.467	10.6	36	46	48	53	57
Temperatura °C	32.903	0.626	0.392	1.9	31.719	32.426	32.907	33.474	34.19

En la tabla 15: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 110 teniendo una media de 48.513 kg y una desviación estándar de 5.145 el día 7/09/09.

Tabla 15: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 7/09/09

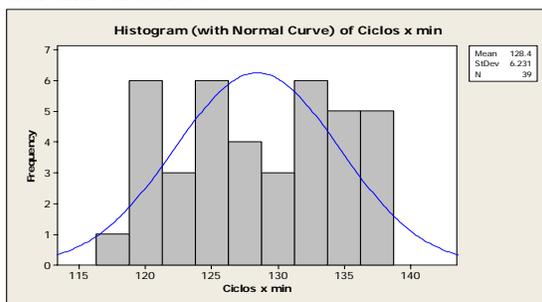
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	121.74	7.07	49.99	5.81	93	118	120	127	134
Fuerza Kg	48.513	5.145	26.467	10.6	36	46	48	53	57
Temperatura °C	32.903	0.626	0.392	1.9	31.719	32.426	32.907	33.474	34.19

En la tabla 16: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica.111 teniendo una media de 32.903 (°C) y una desviación estándar de 0.626 (°C) el día 7/09/09.

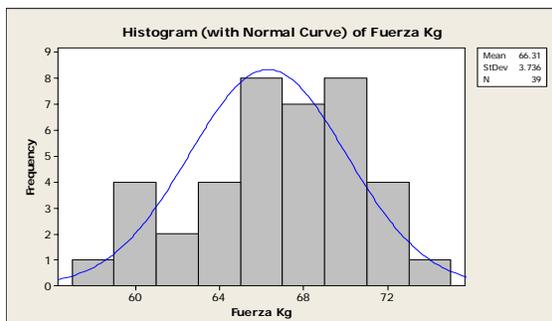
Tabla 16: Resultados del Histograma de Temperatura (c). Operador 1, 7/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	121.74	7.07	49.99	5.81	93	118	120	127	134
Fuerza Kg	48.513	5.145	26.467	10.6	36	46	48	53	57
Temperatura °C	32.903	0.626	0.392	1.9	31.719	32.426	32.907	33.474	34.19

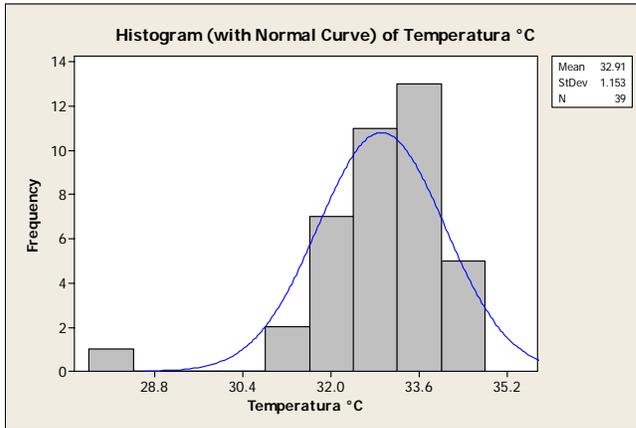
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 8/09/09



Gráfica 112: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 1, 8/09/09.



Gráfica 113: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 8/09/09.



Gráfica 114: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 1, 8/09/09.

En la tabla 17: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica. 112 teniendo una media de 128.44 movimientos y una desviación estándar de 6.23 movimientos el día 8/09/09.

Tabla 17: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 1, 8/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	128.44	6.23	38.83	4.85	118	123	128	134	138
Fuerza Kg	66.308	3.736	13.955	5.63	58	64	67	69	73
Temperatura °C	32.912	1.153	1.329	3.5	28.11	32.384	32.949	33.709	34.699

En la tabla 18: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 113 teniendo una media de 66.308 kg y una desviación estándar de 3.736 kg el día 8/09/09.

Tabla 18: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 8/09/09

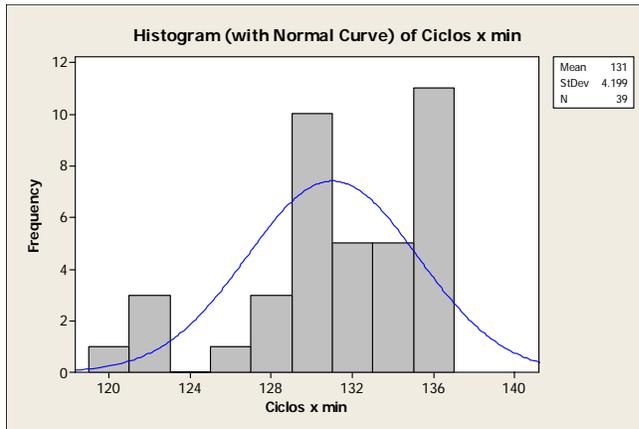
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	128.44	6.23	38.83	4.85	118	123	128	134	138
Fuerza Kg	66.308	3.736	13.955	5.63	58	64	67	69	73
Temperatura °C	32.912	1.153	1.329	3.5	28.11	32.384	32.949	33.709	34.699

En la tabla 19: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 114 teniendo una media de 32.912 (°C) y una desviación estándar de 1.153 (°C) el día 8/09/09.

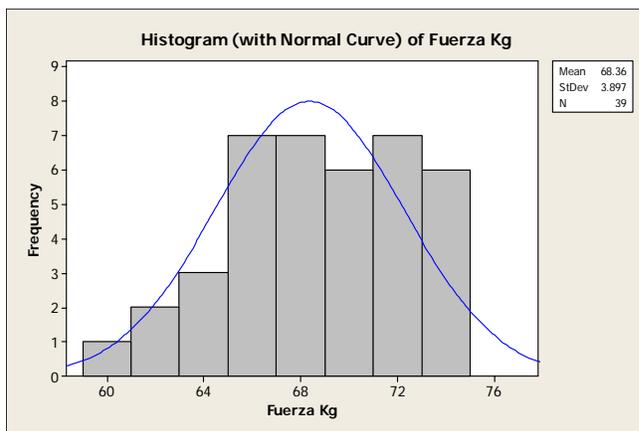
Tabla 19: Resultados del Histograma de Temperatura (c). Operador 1, 8/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	128.44	6.23	38.83	4.85	118	123	128	134	138
Fuerza Kg	66.308	3.736	13.955	5.63	58	64	67	69	73
Temperatura °C	32.912	1.153	1.329	3.5	28.11	32.384	32.949	33.709	34.699

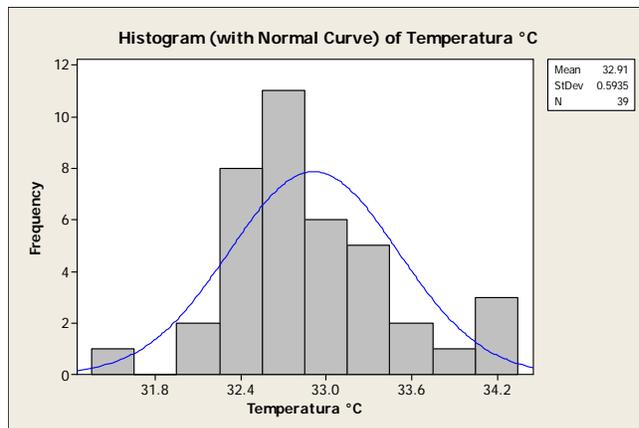
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 9/09/09



Gráfica 115: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 1, 9/09/09.



Gráfica 116: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 9/09/09.



Gráfica 117: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 1, 9/09/09.

En la tabla 20: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 115 teniendo una media de 131 movimientos y una desviación estándar de 4.2 movimientos el día 9/09/09.

Tabla.20: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 1, 9/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviación Estandar	Varianza	Coefficiente de Variación	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	131	4.2	17.63	3.21	120	130	132	135	136
Fuerza Kg	68.359	3.897	15.184	5.7	60	65	68	72	75
Temperatura °C	32.913	0.593	0.352	1.8	31.608	32.515	32.802	33.297	34.309

En la tabla 21: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica. 116 teniendo una media de 68.359 kg y una desviación estándar de 32.913 kg el día 9/09/09.

Tabla 21: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 9/09/09

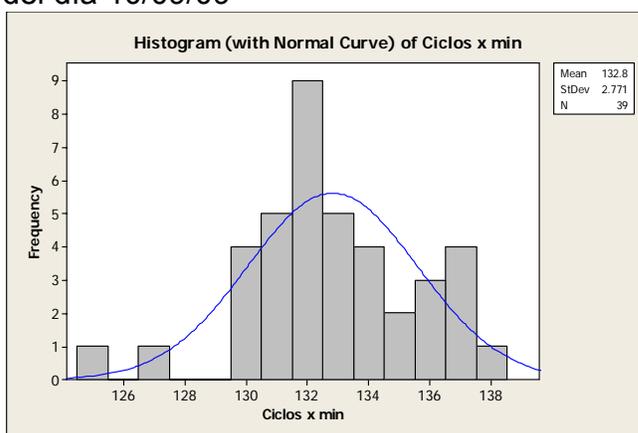
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviación Estandar	Varianza	Coefficiente de Variación	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	131	4.2	17.63	3.21	120	130	132	135	136
Fuerza Kg	68.359	3.897	15.184	5.7	60	65	68	72	75
Temperatura °C	32.913	0.593	0.352	1.8	31.608	32.515	32.802	33.297	34.309

En la tabla 22: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica. 117 teniendo una media de 32.913(°C) y una desviación estándar de 0.593 (°C) el día 9/09/09.

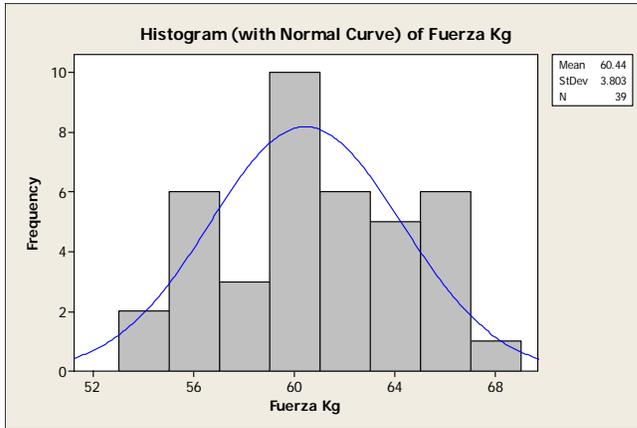
Tabla 22: Resultados del Histograma de Temperatura (°C). Operador 1, 9/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviación Estandar	Varianza	Coefficiente de Variación	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	131	4.2	17.63	3.21	120	130	132	135	136
Fuerza Kg	68.359	3.897	15.184	5.7	60	65	68	72	75
Temperatura °C	32.913	0.593	0.352	1.8	31.608	32.515	32.802	33.297	34.309

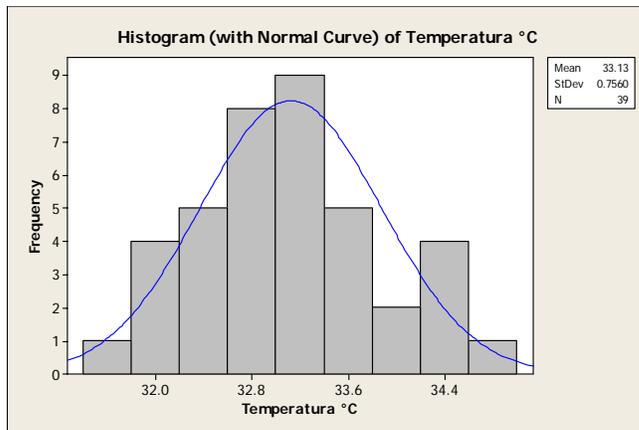
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 10/09/09



Gráfica 118: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 1, 10/09/09.



Gráfica 119: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 10/09/09.



Gráfica 120: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 1, 10/09/09.

En la tabla 23: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 118 teniendo una media de 132.82 movimientos y una desviación estándar de 2.77 movimientos el día 10/09/09.

Tabla 23: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 1, 10/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	132.82	2.77	7.68	2.09	125	131	132	135	138
Fuerza Kg	60.436	3.803	14.463	6.29	54	58	60	63	68
Temperatura °C	33.125	0.756	0.572	2.28	31.787	32.53	33.095	33.696	34.619

En la tabla 24: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 119 teniendo una media de 60.436 kg y una desviación estándar de 3.803 kg el día 10/09/09.

Tabla 24: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 10/09/09

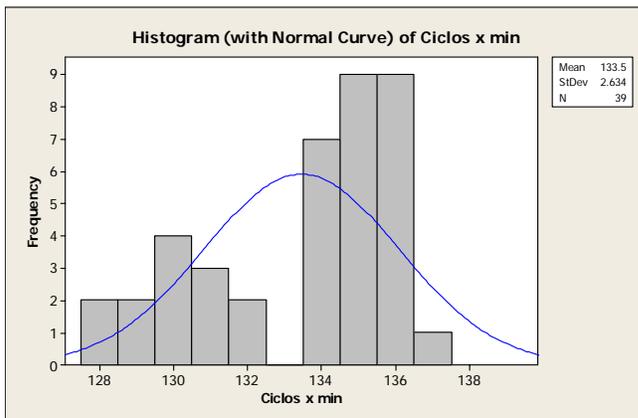
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	132.82	2.77	7.68	2.09	125	131	132	135	138
Fuerza Kg	60.436	3.803	14.463	6.29	54	58	60	63	68
Temperatura °C	33.125	0.756	0.572	2.28	31.787	32.53	33.095	33.696	34.619

En la tabla 25: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 120 teniendo una media de 33.125 (°C) y una desviación estándar de 0.756 (°C) el día 10/09/09.

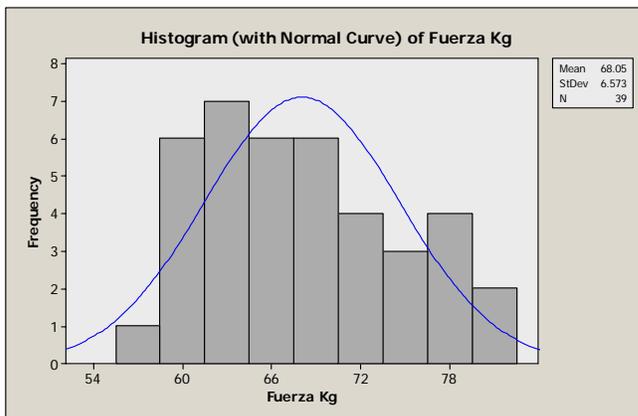
Tabla. 25: Resultados del Histograma de Temperatura (c). Operador 1, 10/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	132.82	2.77	7.68	2.09	125	131	132	135	138
Fuerza Kg	60.436	3.803	14.463	6.29	54	58	60	63	68
Temperatura °C	33.125	0.756	0.572	2.28	31.787	32.53	33.095	33.696	34.619

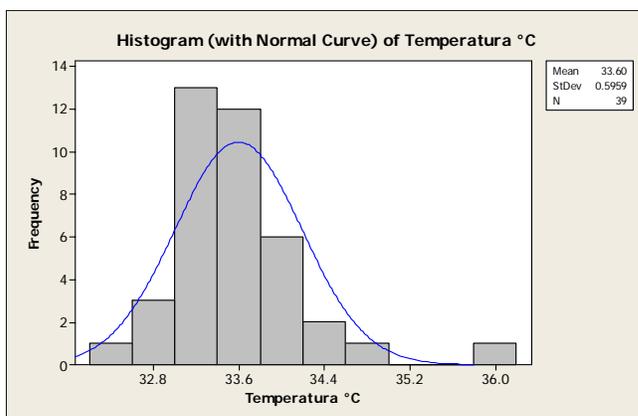
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 11/09/09



Gráfica 121: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 1, 11/09/09.



Gráfica 122: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 1, 11/09/09.



Gráfica 123: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 1, 11/09/09.

En la tabla 26: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 121 teniendo una media de 133.46 movimientos y una desviación estándar de 2.63 movimientos el día 11/09/09.

Tabla 26: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 1, 11/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	133.46	2.63	6.94	1.97	128	131	134	136	137
Fuerza Kg	68.05	6.57	43.21	9.66	58	62	67	72	82
Temperatura °C	33.596	0.596	0.355	1.77	32.582	33.2	33.509	33.864	35.935

En la tabla 27: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 122 teniendo una media de 68.05 kg y una desviación estándar de 6.57 kg el día 11/09/09.

Tabla. 27: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 1, 11/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	133.46	2.63	6.94	1.97	128	131	134	136	137
Fuerza Kg	68.05	6.57	43.21	9.66	58	62	67	72	82
Temperatura °C	33.596	0.596	0.355	1.77	32.582	33.2	33.509	33.864	35.935

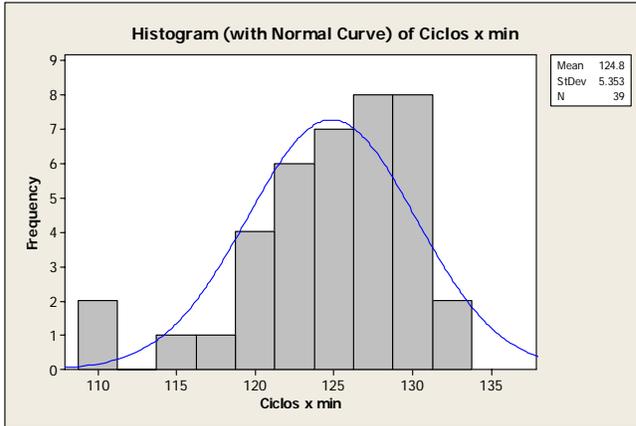
En la tabla 28: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 1 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 123 teniendo una media de 33.596(°C) y una desviación estándar de 0.596 (°C) el día 11/09/09.

Tabla 28: Resultados del Histograma de Temperatura (°C). Operador 1, 11/09/09

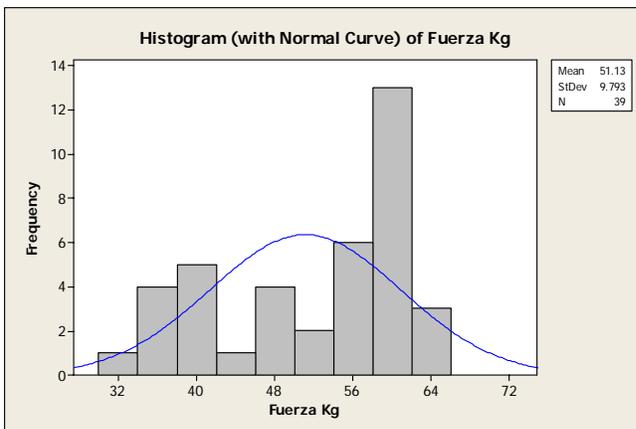
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	133.46	2.63	6.94	1.97	128	131	134	136	137
Fuerza Kg	68.05	6.57	43.21	9.66	58	62	67	72	82
Temperatura °C	33.596	0.596	0.355	1.77	32.582	33.2	33.509	33.864	35.935

Operador 2

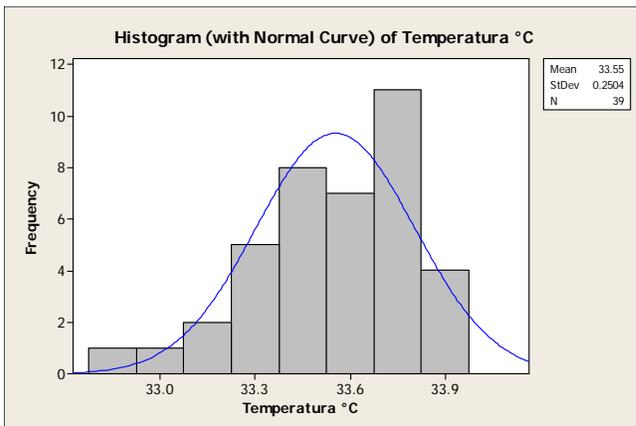
A continuación se presentan los histogramas del operador # 2 por día.
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C)
del día 5/09/09



Gráfica124: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 5/09/09.



Gráfica 125: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 5/09/09.



Gráfica 126: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 2, 5/09/09.

En la tabla 29: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 124 teniendo una media de 124.85 movimientos y una desviación estándar de 5.35 movimientos el día 5/09/09.

Tabla. 29: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 5/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124.85	5.35	28.66	4.29	110	122	126	129	133
Fuerza Kg	51.13	9.79	95.9	19.15	32	40	56	60	63
Temperatura °C	33.554	0.25	0.0627	0.75	32.847	33.412	33.595	33.739	33.951

En la tabla 30: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 125 teniendo una media de 51.13 kg y una desviación estándar de 9.79 kg el día 5/09/09.

Tabla 30: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 5/09/09

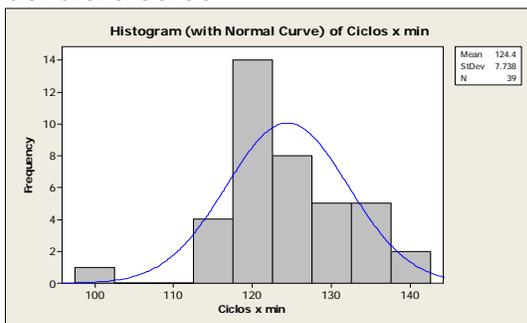
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124.85	5.35	28.66	4.29	110	122	126	129	133
Fuerza Kg	51.13	9.79	95.9	19.15	32	40	56	60	63
Temperatura °C	33.554	0.25	0.0627	0.75	32.847	33.412	33.595	33.739	33.951

En la tabla 31: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 126 teniendo una media de 33.554(°C) y una desviación estándar de 0.25 (°C) el día 5/09/09.

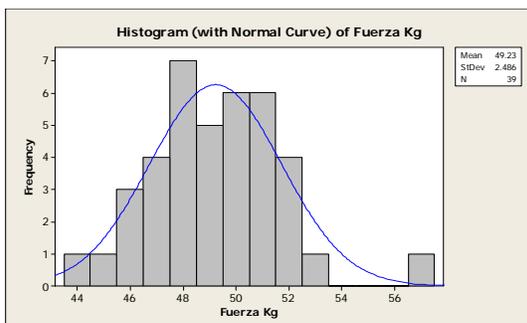
Tabla 31: Resultados del Histograma de Temperatura (°C). Operador 2, 5/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124.85	5.35	28.66	4.29	110	122	126	129	133
Fuerza Kg	51.13	9.79	95.9	19.15	32	40	56	60	63
Temperatura °C	33.554	0.25	0.0627	0.75	32.847	33.412	33.595	33.739	33.951

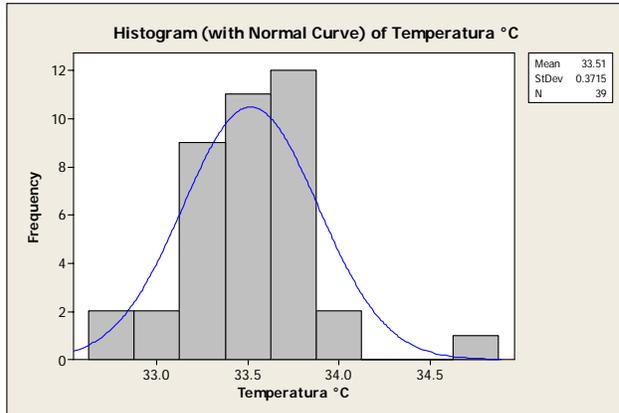
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 6/09/09



Gráfica 127: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 6/09/09.



Gráfica 128: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 6/09/09.



Gráfica 129: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 2, 6/09/09.

En la tabla 32: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica. 127 teniendo una media de 124.85 movimientos y una desviación estándar de 0.25 movimientos el día 6/09/09.

Tabla 32: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 6/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124.85	5.35	28.66	4.29	110	122	126	129	133
Fuerza Kg	51.13	9.79	95.9	19.15	32	40	56	60	63
Temperatura °C	33.554	0.25	0.0627	0.75	32.847	33.412	33.595	33.739	33.951

En la tabla 33: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 128 teniendo una media de 49.231 kg y una desviación estándar de 2.486 kg el día 6/09/09.

Tabla 33: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 6/09/09

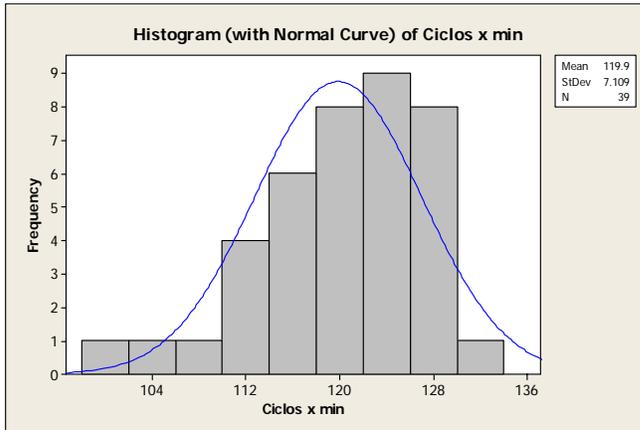
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124.38	7.74	59.87	6.22	100	120	124	129	140
Fuerza Kg	49.231	2.486	6.182	5.05	44	48	49	51	57
Temperatura °C	33.515	0.371	0.138	1.11	32.746	33.281	33.521	33.73	34.835

En la tabla 34: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 129 teniendo una media de 33.515 (°C) y una desviación estándar de 0.371 (°C) el día 6/09/09.

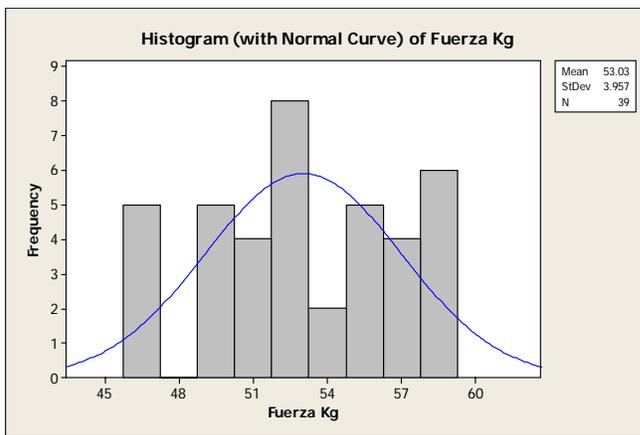
Tabla 34: Resultados del Histograma de Temperatura (c). Operador 2, 6/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124.38	7.74	59.87	6.22	100	120	124	129	140
Fuerza Kg	49.231	2.486	6.182	5.05	44	48	49	51	57
Temperatura °C	33.515	0.371	0.138	1.11	32.746	33.281	33.521	33.73	34.835

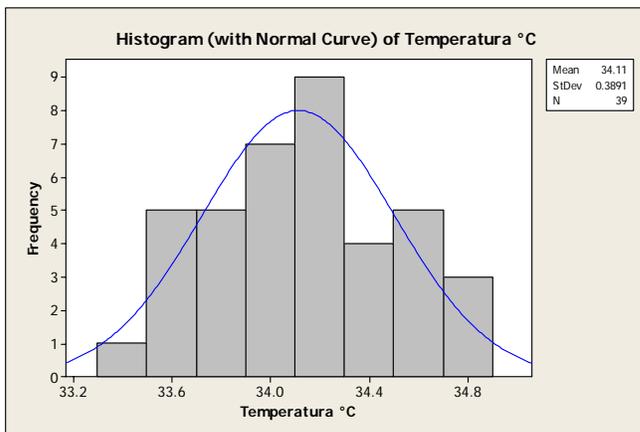
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 7/09/09



Gráfica 130: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 7/09/09.



Gráfica 131: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 7/09/09.



Gráfica 132: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 2, 7/09/09.

En la tabla 35: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 130 teniendo una media de 119.87 movimientos y una desviación estándar de 7.11 movimientos el día 7/09/09.

Tabla 35: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 7/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	119.87	7.11	50.54	5.93	101	116	120	125	131
Fuerza Kg	53.026	3.957	15.657	7.46	46	50	53	57	59
Temperatura °C	34.113	0.389	0.151	1.14	33.319	33.818	34.12	34.35	34.878

En la tabla 36: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 131 teniendo una media de 53.026 kg y una desviación estándar de 3.957 kg el día 7/09/09.

Tabla 36: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 7/09/09

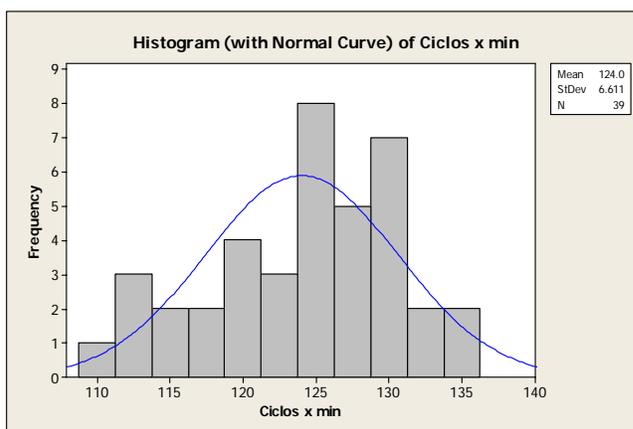
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	119.87	7.11	50.54	5.93	101	116	120	125	131
Fuerza Kg	53.026	3.957	15.657	7.46	46	50	53	57	59
Temperatura °C	34.113	0.389	0.151	1.14	33.319	33.818	34.12	34.35	34.878

En la tabla 37: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 132 teniendo una media de 34.113(°C) y una desviación estándar de 0.389 (°C) el día 7/09/09.

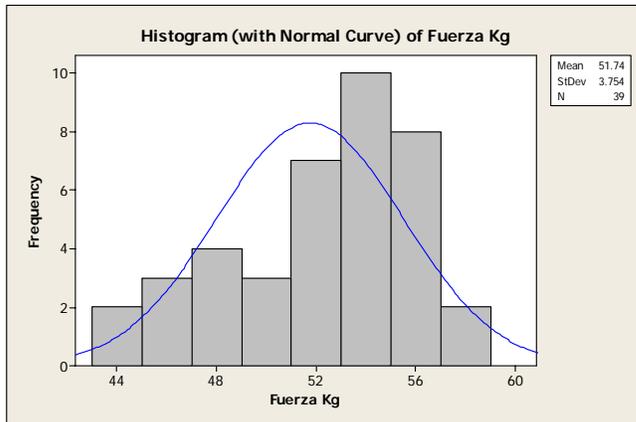
Tabla 37: Resultados del Histograma de Temperatura (°C). Operador 2, 7/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	119.87	7.11	50.54	5.93	101	116	120	125	131
Fuerza Kg	53.026	3.957	15.657	7.46	46	50	53	57	59
Temperatura °C	34.113	0.389	0.151	1.14	33.319	33.818	34.12	34.35	34.878

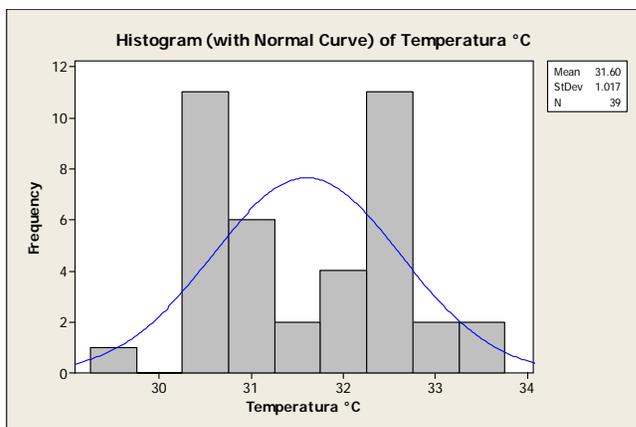
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 8/09/09



Gráfica 133: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 8/09/09.



Gráfica 134: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 8/09/09.



Gráfica 135: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 2, 8/09/09.

En la tabla 38: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 133 teniendo una media de 124.03 movimientos y una desviación estándar de 43.71 movimiento el día 8/09/09.

Tabla 38: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 8/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124.03	6.61	43.71	5.33	109	120	125	129	135
Fuerza Kg	51.744	3.754	14.09	7.25	43	49	53	55	58
Temperatura °C	31.599	1.017	1.034	3.22	29.384	30.624	31.633	32.427	33.402

En la tabla 39: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 134 teniendo una media de 51.744 kg y una desviación estándar de 3.754 kg el día 8/09/09.

Tabla 39: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 8/09/09

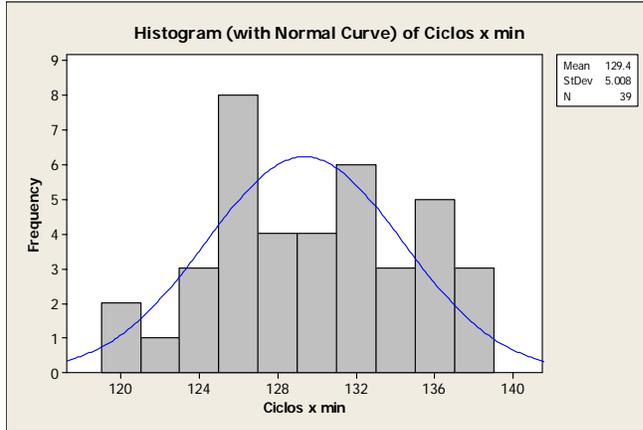
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124.03	6.61	43.71	5.33	109	120	125	129	135
Fuerza Kg	51.744	3.754	14.09	7.25	43	49	53	55	58
Temperatura °C	31.599	1.017	1.034	3.22	29.384	30.624	31.633	32.427	33.402

En la tabla 40: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica. 135 teniendo una media de 31.599 (°C) y una desviación estándar de 1.017 (°C) el día 8/09/09.

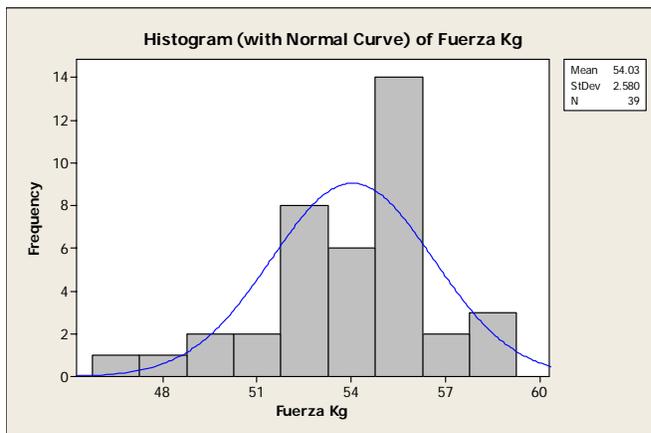
Tabla 40: Resultados del Histograma de Temperatura (°C). Operador 2, 8/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124.03	6.61	43.71	5.33	109	120	125	129	135
Fuerza Kg	51.744	3.754	14.09	7.25	43	49	53	55	58
Temperatura °C	31.599	1.017	1.034	3.22	29.384	30.624	31.633	32.427	33.402

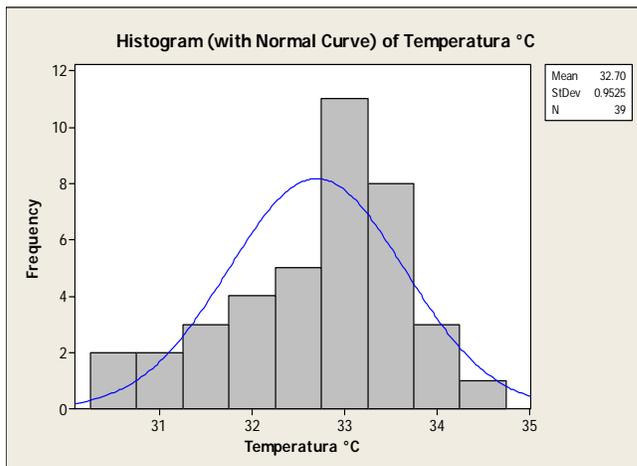
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 9/09/09



Gráfica 136: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 9/09/09.



Gráfica 137: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 9/09/09.



Gráfica 138: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 2, 9/09/09.

En la tabla 41: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 136 teniendo una media de 129.36 movimientos y una desviación estándar de 5.01 movimientos el día 9/09/09.

Tabla.41: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 9/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	129.36	5.01	25.08	3.87	120	125	130	133	138
Fuerza Kg	54.026	2.58	6.657	4.78	47	53	54	56	58
Temperatura °C	32.699	0.953	0.907	2.91	30.425	31.984	32.848	33.383	34.272

En la tabla 42: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 137 teniendo una media de 54.026 kg y una desviación estándar de 2.58 kg el día 9/09/09.

Tabla.42: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 9/09/09

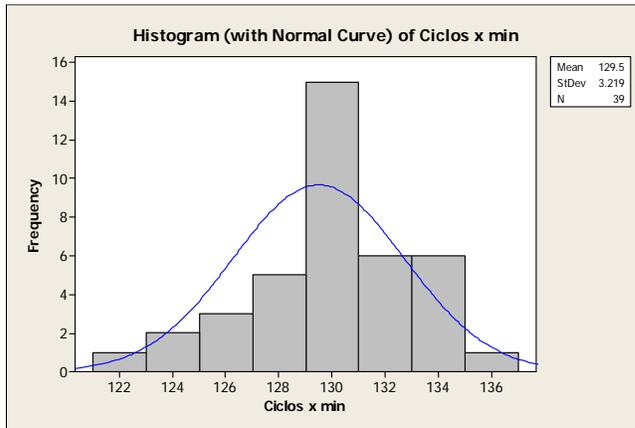
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	129.36	5.01	25.08	3.87	120	125	130	133	138
Fuerza Kg	54.026	2.58	6.657	4.78	47	53	54	56	58
Temperatura °C	32.699	0.953	0.907	2.91	30.425	31.984	32.848	33.383	34.272

En la tabla 43: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 138 teniendo una media de 32.699 (°C) y una desviación estándar de 0.953(°C) el día 9/09/09.

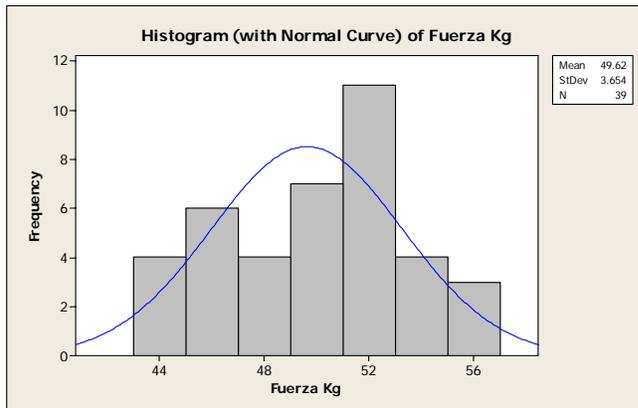
Tabla 43: Resultados del Histograma de Temperatura (°C). Operador 2, 9/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	129.36	5.01	25.08	3.87	120	125	130	133	138
Fuerza Kg	54.026	2.58	6.657	4.78	47	53	54	56	58
Temperatura °C	32.699	0.953	0.907	2.91	30.425	31.984	32.848	33.383	34.272

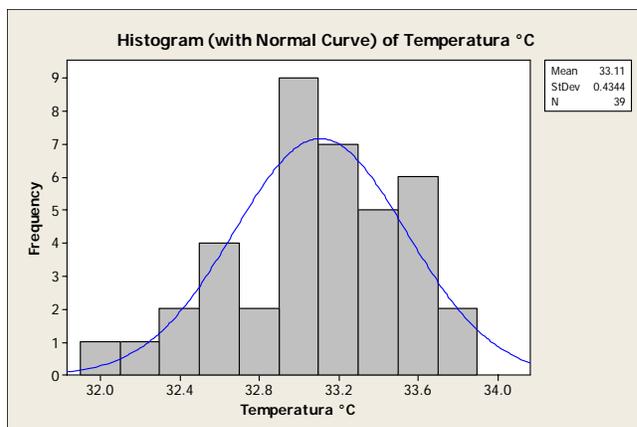
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 10/09/09



Gráfica 139: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 10/09/09.



Gráfica 140: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 10/09/09.



Gráfica 141: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 2, 10/09/09.

En la tabla 44: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 139 teniendo una media de 129.49 movimientos y una desviación estándar de 3.22 movimientos el día 10/09/09.

Tabla 44: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 10/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviación Estandar	Varianza	Coefficiente de Variación	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	129.49	3.22	10.36	2.49	121	128	129	132	135
Fuerza Kg	49.615	3.654	13.348	7.36	43	46	50	52	57
Temperatura °C	33.109	0.434	0.189	1.31	32.011	32.848	33.107	33.427	33.837

En la tabla 45: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 140 teniendo una media de 49.615 kg y una desviación estándar de 3.654 kg el día 10/09/09.

Tabla 45: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 10/09/09

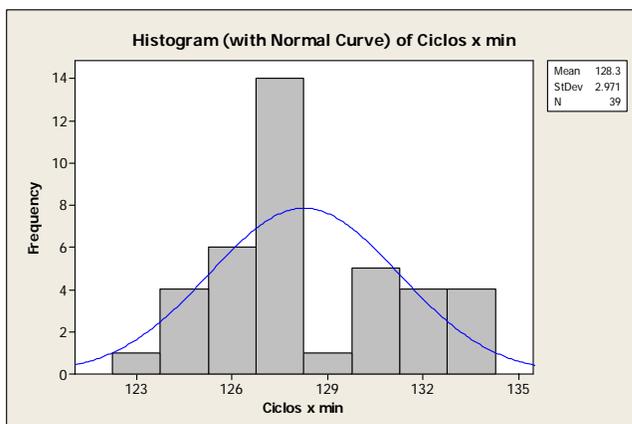
Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviación Estandar	Varianza	Coefficiente de Variación	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	129.49	3.22	10.36	2.49	121	128	129	132	135
Fuerza Kg	49.615	3.654	13.348	7.36	43	46	50	52	57
Temperatura °C	33.109	0.434	0.189	1.31	32.011	32.848	33.107	33.427	33.837

En la tabla 46: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 141 teniendo una media de 33.109 (°C) y una desviación estándar de 0.434 (°C) el día 10/09/09.

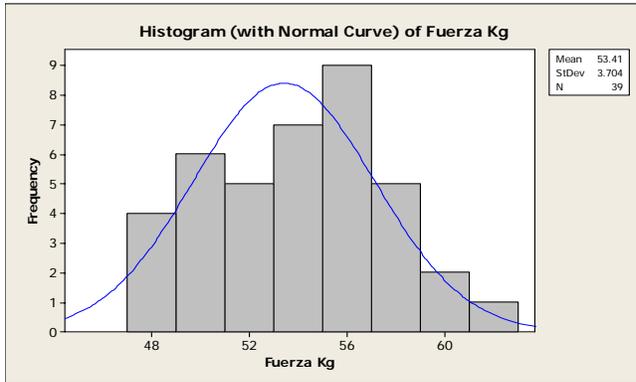
Tabla 46: Resultados del Histograma de Temperatura (°C). Operador 2, 10/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviación Estandar	Varianza	Coefficiente de Variación	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	129.49	3.22	10.36	2.49	121	128	129	132	135
Fuerza Kg	49.615	3.654	13.348	7.36	43	46	50	52	57
Temperatura °C	33.109	0.434	0.189	1.31	32.011	32.848	33.107	33.427	33.837

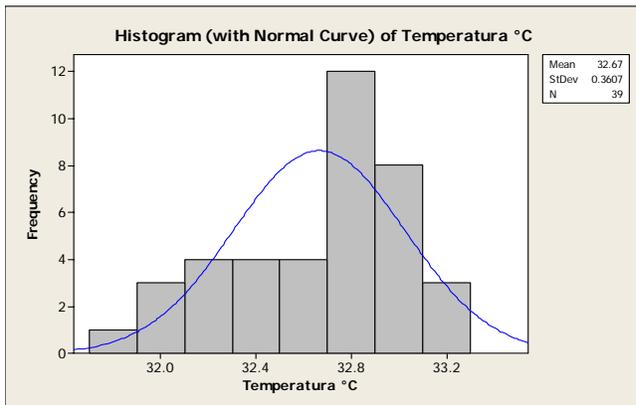
Histograma con curva normal de Ciclos por minuto, Fuerza (Kg) y Temperatura (°C) del día 11/09/09



Gráfica 142: Histograma con curva normal de Ciclos por minuto (s) Operador 2, 11/09/09.



Gráfica 143: Histograma con curva normal de Fuerza (kg) Operador 2, 11/09/09.



Gráfica 144: Histograma con curva normal de Temperatura (°C) Operador 2, 11/09/09.

En la tabla 47: se describen los resultados de los ciclos por minuto del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 142 teniendo una media de 128.29 movimientos y una desviación estándar de 2.97 movimientos el día 11/09/09.

Tabla.47: Resultados del Histograma de Ciclos por minuto (s). Operador 2, 11/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	128.26	2.97	8.83	2.32	123	126	128	130	134
Fuerza Kg	53.41	3.704	13.722	6.94	47	50	53	56	62
Temperatura °C	32.666	0.361	0.13	1.1	31.709	32.417	32.737	32.947	33.229

En la tabla 48: se describen los resultados de la Fuerza del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica. 143 teniendo una media de 53.41 kg y una desviación estándar de 3.704 kg el día 11/09/09.

Tabla 48: Resultados del Histograma de Fuerza (kg). Operador 2, 11/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	128.26	2.97	8.83	2.32	123	126	128	130	134
Fuerza Kg	53.41	3.704	13.722	6.94	47	50	53	56	62
Temperatura °C	32.666	0.361	0.13	1.1	31.709	32.417	32.737	32.947	33.229

En la tabla 49: se describen los resultados de la Temperatura del operador # 2 de la cual se muestra su comportamiento en la grafica 144 teniendo una media de 32.666 (°C) y una desviación estándar de 0.361 (°C) el día 11/09/09.

Tabla 49: Resultados del Histograma de Temperatura (°C). Operador 2, 11/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	128.26	2.97	8.83	2.32	123	126	128	130	134
Fuerza Kg	53.41	3.704	13.722	6.94	47	50	53	56	62
Temperatura °C	32.666	0.361	0.13	1.1	31.709	32.417	32.737	32.947	33.229

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Análisis completo.

En el operador 1 de las 3 combinaciones posibles de correlaciones se encontró que los ciclos por minuto contra fuerza y ciclos por minuto contra temperatura son los que se manifiestan mientras que la temperatura contra fuerza no tiene ninguna correlación en él. En el operador 2 la única correlación que se manifestó fue la de ciclos por minuto contra temperatura, mientras que las dos correlaciones restantes no se manifestaron.

Estas correlaciones se manifestaron en ambos operadores, puesto que la variable r fue mayor que el valor crítico encontrado con valor de 0.119.

Mediante la estadística descriptiva se pudo obtener el rango de operación de los cambios de Temperatura, Fuerza y Ciclos por minuto.

El rango de operación del operador 1 en la temperatura fue de 7.82°C, Fuerza de 46kg y Ciclos por minuto de 45 movimientos.

El rango de operación del operador 2 en la Temperatura fue de 5.49°C, Fuerza de 31kg y Ciclos por minuto de 40 movimientos.

En el análisis estadístico se determinó la fuerza promedio, la temperatura promedio y los ciclos por minuto promedio de ambos operadores en una jornada laboral durante una semana siendo los siguientes resultados:

Para el operador 1, la fuerza promedio fue de 9.997 kg, la temperatura promedio fue de 4.925 °C y los ciclos por minuto promedio fueron de 19.567 movimientos, en una jornada de trabajo de 7 días.

Para el operador 2, la fuerza promedio fue de 7.830 kg, la temperatura promedio fue de 4.789 °C y los ciclos por minuto promedio fueron de 18.804 movimientos, en una jornada de trabajo de 7 días.

Análisis por día.

Las correlaciones encontradas en el operador 1 fueron en la temperatura contra fuerza y temperatura contra ciclos por minuto en una jornada de ocho horas durante siete días.

En el operador 2 se encontró correlación en los ciclos por minuto contra temperatura y en los ciclos por minuto contra fuerza en una jornada de ocho horas durante siete días.

Estas correlaciones se manifestaron en ambos operadores, puesto que la variable r fue mayor que el valor crítico encontrado con valor de 0.316.

Mediante la estadística descriptiva se pudo obtener el rango de operación de los cambios de Temperatura, Fuerza y Ciclos por minuto, en el anexo 2 se muestran las tablas de los resultados de la estadística descriptiva. El cálculo del rango de operación de las tablas 50 y 51, se realizó mediante la diferencia de los máximos y mínimos.

En el operador 1 el día lunes el rango de operación de la Temperatura fue de 2.34°C, Fuerza de 20kg y Ciclos por minuto de 13 movimientos. El día martes el rango de operación de la Temperatura fue de 2.47°C, Fuerza de 21kg y Ciclos por minuto de 41 movimientos. El día miércoles el rango de operación de la Temperatura fue de 1.87°C, Fuerza de 21kg y Ciclos por minuto de 13 movimientos. El día jueves el rango de operación de la Temperatura fue de 6.58°C, Fuerza de 15kg y Ciclos por minuto de 20 movimientos. El día viernes el rango de operación de la Temperatura fue de 2.70°C, Fuerza de 15kg y Ciclos por minuto de 16 movimientos. El día sábado el rango de operación de la Temperatura fue de 3.35°C, Fuerza de 24kg y Ciclos por minuto de 9 movimientos. El día domingo el rango de operación de la Temperatura fue de 2.83°C, Fuerza de 14kg y Ciclos por minuto de 13 movimientos.

En el operador 2 el día lunes el rango de operación de la Temperatura fue de 1.11°C, Fuerza de 31kg y Ciclos por minuto de 23 movimientos. El día martes el rango de operación de la Temperatura fue de 2.09°C, Fuerza de 13kg y Ciclos por minuto de 40 movimientos. El día miércoles el rango de operación de la Temperatura fue de 1.56°C, Fuerza de 13kg y Ciclos por minuto de 20 movimientos. El día jueves el rango de operación de la Temperatura fue de 4.02°C, Fuerza de 15kg y Ciclos por minuto de 26 movimientos. El día viernes el rango de operación de la Temperatura fue de 3.85°C, Fuerza de 11kg y Ciclos por minuto de 18 movimientos. El día sábado el rango de operación de la Temperatura fue de 1.82°C, Fuerza de 14kg y Ciclos por minuto de 14 movimientos. El día domingo el rango de operación de la Temperatura fue de 1.52°C, Fuerza de 15kg y Ciclos por minuto de 11 movimientos.

Tabla 50: Resultados del rango de operación del operador 1 por día.

	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sabado		Domingo	
operador # 1	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo
Temperatura °C	34,42	32,08	35,48	33,61	34,19	31,71	34,69	28,11	34,3	31,6	34,61	31,78	35,93	32,58
Fuerza kg	68	48	68	47	57	36	73	58	75	60	68	54	82	58
Ciclos por minuto	138	125	138	125	134	93	138	118	136	120	138	125	137	128

Tabla 51: Resultados del rango de operación del operador 2 por día.

	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sabado		Domingo	
operador # 2	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo
Temperatura °C	33,95	32,85	34,84	32,75	34,878	33,32	33,402	29,38	34,27	30,43	33,84	32,01	33,23	31,71
Fuerza kg	63	32	57	44	59	46	58	43	58	47	57	43	62	47
Ciclos por minuto	133	110	140	100	131	101	135	109	138	120	135	121	134	123

6. CONCLUSIONES

En el presente estudio se cumple el objetivo de correlacionar las variables de Temperatura, Fuerza y Ciclos por minuto que se manifiestan en el área de la muñeca de la mano dominante (en este caso en los operadores fue la derecha) con movimientos repetitivos horizontales durante la jornada de trabajo en el transcurso de una semana.

De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo responder a tres de las cuatro hipótesis planteadas.

Hipótesis. Existe correlación temperatura y fuerza cuando se trabaja con el movimiento repetitivo horizontal en el área de la muñeca. Para esta hipótesis se comprobó que no existe correlación entre temperatura y fuerza ya que no se manifestó en ninguno de los operadores.

Existe correlación entre temperatura y los ciclos por minuto cuando se trabaja con el movimiento repetitivo horizontal en el área de la muñeca. Con los resultados obtenidos nos dimos cuenta que si existe una correlación entre la temperatura y ciclos por minuto la cual se manifestó en ambos operadores.

Existe correlación entre fuerza y los ciclos por minuto cuando se trabaja con el movimiento repetitivo horizontal en el área de la muñeca. Esta hipótesis fue comprobada ya que si hubo correlación entre los ciclos por minuto y fuerza manifestándose en el operador #1.

Es posible determinar el rango de operación en los cambios de temperatura, fuerza y ciclos por minuto generados por día al realizar los movimientos repetitivos horizontales. Se comprobó estadísticamente el rango de operación de los cambios de temperatura, fuerza y ciclos por minuto generados por día al realizar los movimientos repetitivos.

En base a este estudio se concluye que existe correlación entre temperatura contra ciclos por minuto y Fuerza contra ciclos por minuto.

7. RECOMENDACIONES

Se propone seguir realizando pruebas de simulación con los diferentes tipos de movimientos repetitivos como las siguientes: el de ejercer presión en pelota de esponja, el destornillar, el movimiento de aceleramiento de una motocicleta, y el ejercicio con mancuernas, realizándose con mayor lapso de tiempo o menor. Y además realizar un análisis más profundo con los diferentes métodos estadísticos, profundizar en las regresiones lineales, en las regresiones múltiples, entre otras.

Además se propone analizar el comportamiento de la temperatura, fuerza y ciclos por minuto en las diferentes partes del brazo, como son el antebrazo y hombro realizando el estudio en ambas manos (dominante y no dominante) en diferentes periodos de tiempo.

También se propone realizar estudios en la industria local, en la que se encuentren realizando trabajos repetitivos y realizar análisis grupales con las diferentes variables.

Hacer análisis de inferencia estadística (regresión lineal, diferencia de medias, etc.).

Analizar si existe diferencia entre un hombre y una mujer en los promedios de temperatura, fuerza y ciclos por minuto.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, Jack A; Human factors engineering; Ed. Macmillan publishing company, 1989.
- Asociación Española de Normalización y Certificación; Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo; UNE-EN ISO 6385: 2004.
- Becker, Jean-Paul; Curso Taller Ergonomía; por AMHSAC; Julio 2001.
- Beevis David (2003): Ergonomics-Costs and Benefits Revisited. Applied Ergonomics 34 491-496
- Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta 2005.
- Bridger R.S.; Introduction to Ergonomics; Ed. McGraw-Hill, 1a Edición. México, D. F., 1995.
- Bonilla Rodríguez, E., La Ergonomía y sus Técnicas de Aplicación; Revista Higiene y Seguridad, año 35, No. 422, Junio 2001.
- Dawson-Saunders B, Trapp RG. Bioestadística Médica. 2ª ed. México: Editorial El Manual Moderno; 1996.
- Derango, Kelly, And Luisa Franzini. (2002). "Economic Evaluations of Workplace Health Interventions: Theory and Literature Review." In Handbook of Occupational Health Psychology, James Campbell Quick and Lois E. Tetrick, Eds Washington D.C.: American Psychological Association.
- Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas. SALVAT EDITORES, S. A., Undécima edición, reimpresión 1977. Barcelona, España.
- Diccionario Breve de Medicina de Blakiston. Ediciones Científicas, LA PRENSA MEDICA MEXICANA, S .A. DE C. V., 1a Edición en Español; México, D. F., 1983.
- Feldman Frieda, Thermography of the hand and wrist: Practical applications, Hand Clinics, Vol. 7, No.1, 1991.
- Folleto de presentación del INSTITUTO DE ERGONOMIA MAPFRE, S.A. (INERMAP). España, 1998.
- General Motors de México. Manual de Entrenamiento en Ergonomía de General Motors de México. 1998. Planta de Ensamble de Silao, Guanajuato.
- Grandjean, Etienne. Fitting the task to the Man. Human Engineering. Ed. Taylor & Francis Ltd., 4ta Re impresión, 1990.
- Grimaldi, John V., Simonds, Rollin H; La Seguridad Industrial: su administración; Ed. Alfa omega; 2a Edición; México, D. F. 1996.
- Gold E. Judith, Cherniack Martin, Buchholz Bryan, Infrared Thermography for examination of skin temperature in the dorsal hand office workers, Eur J. Apply Physiol 93: 245-251, 2004.
- Hendrick Hal W. (2003): Determining the Cost-Benefits of Ergonomics Projects and Factors that lead to their Success Applied Ergonomics 34 419-427
- Humantech and Society of Manufacturing Engineers. Ergonomics Success: Boletín Informativo, (OSHA, 3123, 1999)". Febrero del 2006.
- Humantech Consultants in Occupational Ergonomics. Applied Ergonomics Manual. 2a. rev. Humantech 2000, MI Florida USA.
- Humantech Consultants in Occupational Ergonomics; Applied Ergonomics Seminal; Julio 2000.

- Konz Stepham Diseño de Sistemás de Trabajo. Ed. Noriega – Limusa, 4ta. Reimpresión, México, D. F. 1996.
- Kroemer K.H.E., Kroemer H.B., Kroemer-Elbert K.E. Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency. Ed. Prentice may, Primera Edición, 1994.
- Marroquín, P. ; García P.E; Curso ERGO GA-MA; Julio de 1997.
- Martínez, Ciro. Estadística y Muestreo. Ecoe Ediciones. Bogotá. 11^a. Edición.2001
- Martínez, de la Teja G; Curso a Distancia: Ergonomía Laboral; Abril del 2005.
- Ming Zhiyong , Zaproudina Nina, Siivola Jouko, Nousiainen Unto, Pietikainen Seppo, Sympathetic pathology evidenced by hand thermal anomalies in carpal tunnel syndrome, ISP Pathophysiology, pp. 137-141, 2005.
- Mondelo, R. Pedro; Gregori, Torada Enrique. Barrau, Bombardo Pedro. Ergonomía 1: Fundamentos. Ed. Alfa omega, Tercera Edición, México, D. F. 2000.
- National Institute for Occupational Safety & Health (1994) Revised NIOSH Lifting Equation, Ohio, E. U. A.
- Niebel Benjamín W. & Freivalds Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Ed. Alfa omega, Décima Edición, México, D. F. 2001.
- Oborne David. Ergonomía en Acción: La Adaptación del Medio Ambiente del Trabajo al Hombre. Ed Trillas. México D. F. 1995.
- Obregón, Sánchez Ma. G., Una Semblanza sobre Seguridad Industrial Revista Tecnología, Ciencia y Cultura; UPIICSA; ano XII, Vol. V, Numero 35, Nueva época, Mayo-Agosto 2004.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT), Productividad Laboral en América Latina, es la misma que hace 20 años; Revista Panorama Laboral 2004 de la O. I. T.
- Pacheco, Espejel Arturo. Cruz, Estrada Ma. Cristina. Metodología Crítica de la Investigación. Lógica, procedimientos y técnicas. Ed. CECSA, 1a Edición, México, D. F. 2006.
- Padua L., Padua R., M Lo Monaco, Aprile I., Paciello N., Nazzaro M, Tonali P., Natural History of carpal tunnel syndrome according to the neurophysiologic classification, The Journal of Neurology 19: 357-361, 1998.
- Pheasant S. Body space. Anthropometry, ergonomics and the design of work. Ed. Taylor and Francis, London, 1996.
- Putz-Anderson, Vern.Cumulative Trauma Disorders; Ed. Taylor and Francis, 1988.
- Putz-Anderson, Vern. Cumulative Trauma Disorders: A manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs. , Ed. Taylor and Francis, 1ra re impresión, London, 2001.
- Ramírez, Cavassa Cesar. Ergonomía y productividad. Ed. Limusa. 1ra. Edición. México D. F.1991.
- Reader's digest; El Gran Libro de la Salud; 1999.
- Revista médica del IMMS, 2004, Vol. 42 No.1

- Rocha C.; Lesao por Esforços Repetitivos (LER); Revista Brasileira de Salud Ocupacional; ano 19; Numero 73; 1991.
- Romero Villafranca Rafael, Zunica Ramajo Luisa Rosa, editorial UPV Metodos estadísticos de ingeniería, 2005
- Saldaña Duran, I.; Seguridad Industrial; Ed. Limusa; México, D. F. 1994.
- Salud Laboral, 2000. Protocolos de vigilancia sanitaria especifica. Movimientos repetidos del miembro superior/ Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Secretaria general técnica, ministerio de sanidad y consumo, 2000. Madrid serie de salud laboral, fundación MAPFRE.
- Sanders Mark S. and McCormick Ernest J., Human Factors in Engineering and Design. Ed. McGraw Hill, séptima edición, U.S.A., 1993.
- Sinclair Dt, R J Graves Rj:(2001).Feasibility of Developing a Simple Prototype Decision Aid for the Initial Medical Assessment of Work Related Upper Limb Disorders. University of Aberdeen. Department of Environmental & Occupational Medicine.Hse Books.
- Tchou Sheng, F. Costich Julia, C. Burguess Ronald, Lexington, Ky., and E. Wexler Charles, Thermographic observations in Unilateral Carpal tunnel syndrome: Report of 61 cases, The Journal of the hand surgery 17A:631-7, 1992.
- Tortosa, L.; García Molina, C.; Page, A.; Ferreras, A. (1999). Ergonomía y discapacidad. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia. ISBN 84-923974-8-9
- Triola Mario F. Estadística, Novena edición. Editorial Pearson Addison Wesley, 2004.
- Williams D.MJ, Roberts Ernest, Evans K.T, An Assessment of the Hand Thermography in Vinyl Chloride Workers, J. Soc. Occup. Med Vol. 27, pp. 57-62, 1977.
- Wilson John R. and E. Nigel Corlett. Evaluation of human work: A practical ergonomics methodology. Ed. Taylor & Francis Ltd. 1990.
- Wolf Moriatis Jennifer, Mountcastle Sally, Owens D. Brett, Incidence of Carpal Tunnel Syndrome in the US Military Population, Hand, Ed. Springer New York, ISSN 1558-9447 (Print) 1558-9455 (Online), 2009.
- Zontak Alla, Sideman Samuel, Verbitsky Oleg , Beyar Rafael , Dynamic Thermography: Analysis of hand temperature, Annals of Biomedical Engineering, Vol. 26, pp. 998-993, 1998.

8.1 WEBGRAFÍAS

- Accident research (New York; Harper 8 Row, 1999); pag.1
<http://www.safetyoccupational.com>. Accedido el 1 de septiembre del 2005.
- Department of Health and Human Services (Musculoskeletal disorders and workplace factors. Julio 1997) www.niosh.gov, Accedido el 1 de septiembre del 2005.
- De Quervain tendinitis. American Society for Surgery of the Hand website.
http://www.assh.org/Content/NavigationMenu/Patients_and_Public/deQuervains_Tendinitis/deQuervains_Tendinitis.htm. Accedido el 1 de septiembre del 2005.
- Ergonomía ocupacional
<http://www.ergocupacional.com/main.html?src=%2F4910%2F58958.html>.
Accedido el 1 de septiembre del 2005.
- Humantech: Workplace Ergonomics Consultants
<http://www.htec.com;ergoadvisor;SUMMER> 2000; pag.7, Accedido el 1 de septiembre del 2005.
- Instituto Mexicano del Seguro Social, Comunicado Coordinación de Comunicación Social No.439 www.imss.gob.mx, Accedido el 1 de septiembre del 2005.
- Medical Encyclopedia: Tenosynovitis. MedlinePlus. U.S. National Library of Medicine and the National Institutes of Health website
<http://nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/001242.htm> Accedido el 1 de septiembre del 2005.
- National Ag Safety Database, 2004
<http://www.nasdonline.org/docs/d001701-d001800/d001734/d001734-s.html>
Reviewed for NASD: 07/2004. Impress 24/08/2009
- Trigger Finger. MayoClinic.com website.
<http://www.mayoclinic.com/invoke.cfm?id=DS00155> . Accedido el 1 de septiembre del 2005.
- Universidad Autónoma de Querétaro (México) 1997-1999. Víctor Lirios Osorio.
<http://www.uaq.mx/matematicas/estadisticas/xu3.html>.
Última actualización: 20 de septiembre de 1999.

9. ANEXOS

Anexo 1

Fuente: Mario F. Triola, Estadística 2004, pág. 505

Tabla A-6 n	Valores criticos del coeficiente de correlacion de Pearson r	
	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
4	0.950	0.999
5	0.878	0.959
6	0.811	0.917
7	0.754	0.875
8	0.707	0.834
9	0.666	0.798
10	0.632	0.765
11	0.602	0.735
12	0.576	0.708
13	0.553	0.684
14	0.532	0.661
15	0.514	0.641
16	0.497	0.623
17	0.482	0.606
18	0.468	0.590
19	0.456	0.575
20	0.444	0.561
25	0.396	0.505
30	0.361	0.463
35	0.335	0.430
39	0.316	0.407
40	0.312	0.402
45	0.294	0.378
50	0.279	0.361
100	0.195	0.254
120	0.178	0.232
150	0.159	0.208
200	0.138	0.181
273	0.119	0.156
300	0.113	0.148

Anexo 2.

Tablas de estadística descriptiva de la Temperatura, Fuerza y Ciclos por minuto por día operador # 1.

05/09/09.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	134,56	3,19	10,2	2,37	125	133	135	137	138
Fuerza Kg	58,077	5,796	33,599	9,98	48	53	57	64	68
Temperatura °C	33,21	0,781	0,61	2,35	32,081	32,51	33,152	33,978	34,421

06/09/09.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	121,74	7,07	49,99	5,81	93	118	120	127	134
Fuerza Kg	48,513	5,145	26,467	10,6	36	46	48	53	57
Temperatura °C	32,903	0,626	0,392	1,9	31,719	32,426	32,907	33,474	34,19

07/09/09.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	134,77	2,73	7,45	2,02	125	134	135	136	138
Fuerza Kg	57,359	5,86	34,341	10,22	47	52	56	62	68
Temperatura °C	34,488	0,413	0,171	1,2	33,613	34,212	34,518	34,722	35,48

08/09/09.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	128,44	6,23	38,83	4,85	118	123	128	134	138
Fuerza Kg	66,308	3,736	13,955	5,63	58	64	67	69	73
Temperatura °C	32,912	1,153	1,329	3,5	28,11	32,384	32,949	33,709	34,699

09/09/09.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	131	4,2	17,63	3,21	120	130	132	135	136
Fuerza Kg	68,359	3,897	15,184	5,7	60	65	68	72	75
Temperatura °C	32,913	0,593	0,352	1,8	31,608	32,515	32,802	33,297	34,309

10/09/09.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	133,46	2,63	6,94	1,97	128	131	134	136	137
Fuerza Kg	68,05	6,57	43,21	9,66	58	62	67	72	82
Temperatura °C	33,596	0,596	0,355	1,77	32,582	33,2	33,509	33,864	35,935

11/09/09.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	132,82	2,77	7,68	2,09	125	131	132	135	138
Fuerza Kg	60,436	3,803	14,463	6,29	54	58	60	63	68
Temperatura °C	33,125	0,756	0,572	2,28	31,787	32,53	33,095	33,696	34,619

Tablas de estadística descriptiva de la Temperatura, Fuerza y Ciclos por minuto por día operador # 2.

05/09/09.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124,85	5,35	28,66	4,29	110	122	126	129	133
Fuerza Kg	51,13	9,79	95,9	19,15	32	40	56	60	63
Temperatura °C	33,554	0,25	0,0627	0,75	32,847	33,412	33,595	33,739	33,951

06/09/09.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124,38	7,74	59,87	6,22	100	120	124	129	140
Fuerza Kg	49,231	2,486	6,182	5,05	44	48	49	51	57
Temperatura °C	33,515	0,371	0,138	1,11	32,746	33,281	33,521	33,73	34,835

07/09/09.

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	119,87	7,11	50,54	5,93	101	116	120	125	131
Fuerza Kg	53,026	3,957	15,657	7,46	46	50	53	57	59
Temperatura °C	34,113	0,389	0,151	1,14	33,319	33,818	34,12	34,35	34,878

08/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	124,03	6,61	43,71	5,33	109	120	125	129	135
Fuerza Kg	51,744	3,754	14,09	7,25	43	49	53	55	58
Temperatura °C	31,599	1,017	1,034	3,22	29,384	30,624	31,633	32,427	33,402

09/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	129,36	5,01	25,08	3,87	120	125	130	133	138
Fuerza Kg	54,026	2,58	6,657	4,78	47	53	54	56	58
Temperatura °C	32,699	0,953	0,907	2,91	30,425	31,984	32,848	33,383	34,272

10/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	129,49	3,22	10,36	2,49	121	128	129	132	135
Fuerza Kg	49,615	3,654	13,348	7,36	43	46	50	52	57
Temperatura °C	33,109	0,434	0,189	1,31	32,011	32,848	33,107	33,427	33,837

11/09/09

Estadística Descriptiva									
Variable	Media	Desviacion Estandar	Varianza	Coefficiente de Variacion	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo
Ciclos x min	128,26	2,97	8,83	2,32	123	126	128	130	134
Fuerza Kg	53,41	3,704	13,722	6,94	47	50	53	56	62
Temperatura °C	32,666	0,361	0,13	1,1	31,709	32,417	32,737	32,947	33,229