

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**



**Determinación de la Carga de Trabajo de los Técnicos de
Aseguramiento de la Calidad en la zona de Acabado del Tren de
Alambrón en la Empresa TERNIUM SIDOR**

**U
N
E
X
P
O**

**Br. JOANNY J. OLIVIER R.
V_ 18246693**

CIUDAD GUAYANA, DICIEMBRE DE 2007

**Determinación de la Carga de Trabajo de los Técnicos de
Aseguramiento de la Calidad en la zona de Acabado del Tren de
Alambrón en la Empresa TERNIUM SIDOR**

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**Determinación de la Carga de Trabajo de los Técnicos de
Aseguramiento de la Calidad en la zona de Acabado del Tren de
Alambrón en la Empresa TERNIUM SIDOR**

Trabajo presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito de la aprobación de la **PRÁCTICA PROFESIONAL**.



**Ing. Iván J. Turmero Astros MSc.
Tutor Académico**

**Ing. Yldemar Jurado
Tutor Industrial**

CIUDAD GUAYANA, DICIEMBRE DE 2007

Br. OLIVIER ROJAS JOANNY JESÚS

“Determinación de la Carga de Trabajo de los Técnicos de Aseguramiento de la calidad en la Zona de Acabado del Tren de Alambión” 2007.

286 Páginas.

Informe de Práctica Profesional.

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.
Vicerrectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial. Departamento de Entrenamiento Industrial.

Tutor Académico: Ing. Iván J. Turmero Astros MSc.

Tutor Industrial: Ing. Yldemar Jurado

Bibliografía pág.244

Anexos 245 - 257

Apéndices 258 - 266

Capítulos: I. Planteamiento del Problema. II Marco Empresarial. III Marco Teórico.
IV Marco Metodológico. V Situación Actual. VI Resultados

Este Trabajo contiene un CD

DEDICATORIA

A **Dios**, por ser esa estrella que guía cada uno de mis pasos, por permitirme estar vivo y cuidarme en día a día, por dame la fuerza que necesito para lograr cada una de las metas que me propongo.

A **mis padres**, Luis Olivier y Carmen Rojas de Olivier, por darme la vida y luchar a mi lado durante todo este tiempo, por ser uno de los motivos por los cuales me planteo cada día una nueva meta para superarme, por el apoyo y amor incondicional que me han brindado.

A **mis hermanos**, Luis José “Guicho”, Yoxiris “Niña”, y Yexireth “Mi tutus”, por ser un valioso apoyo para mí, no solo en los momentos en que siento que caigo, sino también en los momentos de alegría, por su cariño y comprensión, por las mil cosas que hemos compartido y vivido.

A **mis Abuelos**, Virgilio “Paito”, Amadis “Maita” y Carmen “Mamacán”, por ser un incentivo de superación para mí, por sus valiosos consejos y el gran amor que me brindan; sobretodo para ti Maita que en estos momentos padeces de esa enfermedad, pero no pierdo la esperanza de que mejores.

A todos les dedico mi esfuerzo, sacrificio y el deseo de ser un gran profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir y estar junto a los seres que me han querido y apoyado durante mi crecimiento y madurez, a mi familia Luis “PAPÁ”, Carmen “MAMÁ”, Hermanos Luis, Yoxi y Yexi por ser la base de mis metas y por el apoyo que me brindan en el logro de mis objetivos.

A mis hermanos de estudio, Sahara, Paula, Alfonso “Aluminito”, Christopher “El guaro” y Kelly, por brindarme toda su comprensión, soportar todas mis niñadas, por compartir tan buenos momentos conmigo y por no abandonarme en los malos momentos; de igual forma a la señoras Gladys Bianchi, Elsa Rodríguez, Mamá Leiris y al Señor Jesús Elbittar “Papá Chucho” por sus buenos consejos y el cariño que me brindan.

A mis amigos Jesús Elbittar “Chuchu”, Leiris “Turca”, Soni, Argenis “Piti”, Oscar Eduardo, y todos los muchachos del Equipo UNEXPO FORMULA SAE con quienes comparto a diario.

A los muchachos de la contrata Mantenimiento MT (Brito, Ruiz “Mi hermano”, Pinel, Jairo “El barón” y Frank), y el Ing. Amilcar Suárez, por la valiosa ayuda prestada, por los momentos compartidos y por las buenas cosas que me enseñaron.

A mis tutores **Ing. Iván Turmero**, tutor académico, e **Ing. Yldemar Jurado**, Tutora Industrial por su dedicación y conocimientos impartidos para la realización de este informe.

A todo el personal que conforma el Área de Planificación de Barras y Alambión por su ayuda, amistad y colaboración, y a **TERNIUM SIDOR**, por haberme permitido realizar este proyecto en sus instalaciones.

Muchas gracias a todos...



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO DE LOS TÉCNICOS DE
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA ZONA DE ACABADO DEL
TREN DE ALAMBRÓN**

Autor: Olivier Rojas Joanny Jesús

Tutor Académico: Ing. Iván Turmero MSc.

Tutor Industrial: Ing. Yldemar Jurado

RESUMEN

El estudio realizado permitió determinar la carga de trabajo de los técnicos de aseguramiento de la calidad, que laboran en la zona de acabado del tren de alambión en TERNIUM SIDOR; motivado al reclamo de no conformidad realizado por el Cliente VICSON, por la falta de aplicación del ensayo de Decalaminado al producto Acero 723 (SAE 1023) de diámetro 5.5mm; este estudio servirá como herramienta para próximas programaciones de producción de forma que no se sobrepasen los límites de carga de trabajo, y se generen demoras en la producción. Para la determinación de la carga de trabajo, se realizó un muestreo de los tiempos de trabajo de los técnico y del personal contratado que realiza los despuntes de los rollos de alambión, basado en el cálculo estadístico de “T Student”, y la estandarización de los Tiempos de ejecución, se realizó una revisión minuciosa y detallada de la planificación de producción durante el año en curso, al igual que se revisaron las prácticas operativas en la intranet de TERNIUM SIDOR, también se realizaron inspecciones visuales de las actividades que ejecutan los sujetos en estudio, así como la aplicación de entrevistas no estructuradas para determinar la eficiencia de trabajo que poseen los mismos actualmente.

Palabras Claves: Tiempos, Muestreo, Carga de trabajo, Aseguramiento, Calidad, Alambión, Conformidad, Ensayo, Decalaminado, efectividad, Practicas operativas.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetivo General	5
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 Alcance	7
1.4 Delimitación	7
1.5 Limitaciones	7
1.6 Justificación	8
CAPÍTULO II. MARCO EMPRESARIAL	10
2.1 Reseña histórica	10
2.2 La Organización Techint	12
2.3 TERNIUM.....	13
2.3.1 Misión.....	14
2.3.2 Visión	14
2.3.3 Valores.....	14
2.3.4 Estructura Organizacional	15
2.3.5 Red de Negocios y Centros de Distribución.	16
2.3.6 Unidades Productivas de TERNIUM.....	16
2.3.6.1 TERNIUM Hylsa	16
2.3.6.2 TERNIUM Siderar.....	17
2.3.6.3 TERNIUM Sidor.....	18
2.4 TERNIUM SIDOR	19
2.4.1 Ubicación	19
2.4.2 Productos Semielaborados.	20
2.4.3 Productos Terminados.	21
2.4.4 Flujo del Proceso de Producción de Sidor.....	22
2.4.1.1 Sistema de Reducción.....	22
2.4.1.2 Sistema de Productos Largos.....	23
2.4.1.3 Sistema de Productos Planos.....	23
2.4.5.1 Fabricación de Pellas.	24
2.4.5.1.1 Materia Prima.	24
2.4.5.1.2 Productos.	25
2.4.5.1.3 Ubicación	26
2.4.5.2 Reducción Directa.	26
2.4.5.2.1 Materia Prima.	27
2.4.5.2.2 Productos	27
2.4.5.2.3 Ubicación.	29
2.4.5.3 Aceración y Solidificación.	29

2.4.5.3.1	Materia Prima.....	30
2.4.5.3.2	Productos.....	30
2.4.5.3.3	Ubicación.....	32
2.4.5.4	Laminación de Productos Planos.....	33
2.4.5.4.1	Laminación en Caliente.....	33
2.4.5.4.1.1	Materia Prima.....	34
2.4.5.4.1.2	Productos.....	34
2.4.5.4.1.3	Decapado.....	36
2.4.5.4.1.4	Ubicación.....	38
2.4.5.4.2	Laminación en Frío.....	38
2.4.5.4.2.1	Materia Prima.....	39
2.4.5.4.2.2	Productos.....	39
2.4.5.4.3	Recubiertos de Productos Planos.....	40
2.4.5.4.3.1	Materia Prima.....	41
2.4.5.4.3.2	Productos.....	41
2.4.5.4.3.3	Ubicación.....	43
2.4.5.5	Servicios de Corte de Productos Planos.....	44
2.4.5.5.1	Materia Prima.....	45
2.4.5.5.2	Productos.....	45
2.4.5.5.2.1	Corte de Bandas en Caliente.....	45
2.4.5.5.2.2	Corte de Bandas en Frío Recocidas y Templadas.....	47
2.4.5.5.2.3	Corte de Hojalata.....	49
2.4.5.5.3	Ubicación.....	50
2.4.5.6	Laminación de Productos Largos.....	51
2.4.5.6.1	Materia Prima.....	51
2.4.5.6.2	Productos.....	51
2.4.5.6.2.1	Fabricación de Barras.....	52
2.4.5.6.2.2	Fabricación de Alambrón.....	53
2.4.5.6.3	Ubicación.....	54
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....		55
3.1	Ingeniería de métodos.....	55
3.2	Medición del Trabajo.....	56
3.2.1	Definición.....	56
3.2.1.1	Procedimiento básico para la medición del trabajo.....	56
3.2.1.2	Registro de la información.....	57
3.2.1.3	Elementos generales.....	57
3.2.2	Técnicas más utilizadas en la medición del trabajo.....	58
3.2.2.1	Muestreo del trabajo.....	58
3.2.2.2	Estudio de tiempos.....	58
3.2.2.2.1	Etapas del estudio de tiempos.....	59
3.2.2.2.1.1	Tiempo Estándar.....	59
3.2.2.2.1.2	Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación (tolerancias).....	63
3.2.3	Procedimiento estadístico para la determinación del tamaño de la muestra.....	66
3.2.4	Cronometraje.....	67
3.3	Muestreo del trabajo.....	68
3.3.1	Estudio de muestreo de trabajo.....	68

3.3.2	Ventajas del muestreo del trabajo	69
3.3.3	Teoría del muestreo de trabajo.....	69
3.3.4	Presentación del muestreo de trabajo para su aprobación	70
3.3.5	Planeación del estudio de muestreo de trabajo	71
3.3.6	Determinación de las observaciones necesarias.....	72
3.3.7	Determinación de la frecuencia de las observaciones	72
3.3.8	Diseño de la forma tabular para muestreo de trabajo	73
3.3.9	Empleo de los diagramas de control.....	74
3.3.10	Observación y registro de los datos.....	74
3.3.11	Muestreo de trabajo para el establecimiento de márgenes o tolerancias. 75	
3.3.12	Aplicaciones del muestreo de trabajo	76
3.3.13	Metodología del muestreo de trabajo	76
CAPÍTULO IV. MARCO METOLÓGICO		78
4.1	Tipo de investigación.....	78
4.2	Población y muestra.....	79
4.3	Instrumentos y Técnica de recolección de datos	79
4.3.1	Materiales y equipos utilizados.....	80
4.3.1.1	Recursos físicos	80
4.3.1.2	Recurso humano	80
4.3.1.3	Equipo de protección personal (EPP)	80
4.4	Procedimiento	81
CAPÍTULO V SITUACIÓN ACTUAL		83
5.1	Situación Actual	83
CAPÍTULO VI RESULTADOS.....		86
6.1	Determinación de la carga de trabajo.....	86
6.1.1	Análisis de la Producción de Alambrón	87
6.1.2	Tiempo Normal de decalaminado.....	96
6.1.2.1	Procedimiento estadístico.....	97
6.1.2.2	Cálculo del Tiempo Normal	101
6.1.3	Tiempo Normal de recalcado.....	105
6.1.3.1	Procedimiento estadístico.....	106
6.1.3.2	Cálculo del Tiempo Normal	109
6.1.4	Técnico de Aseguramiento N° 1 (en Línea).....	111
6.1.4.1	Actividad 1 (medición de diámetro del alambrón)	112
6.1.4.2	Actividad 2 (Inspecciones).....	124
6.1.4.3	Actividad 3 (Llena formatos manuales y libro de reportes).....	130
6.1.4.4	Actividad 4 (Buscando consecutivo en Pulpito N° 5).....	133
6.1.4.5	Actividad 5 (Resuelve inconvenientes)	137
6.1.4.6	Actividad 6 (Reporta en Piso de Planta)	141
6.1.4.7	Actividad 7 (Inspecciona Volcadoras)	144
6.1.5	Análisis de las situaciones de laminación TAC (en línea)	147
6.1.5.1	Situación 1 (Laminación para Otros clientes sin incluir VICSON, ALMAGAL y TOCAR).	147
6.1.5.2	Situación 2 (Laminación combinada VICSON + ALMAGAL + Otros clientes).....	155

6.1.5.3	Situación 3 (Laminación combinada VICSON + TORCAR).....	161
6.1.5.4	Situación 4 (Laminación 100% VICSON 723 Diámetro 5.5mm).....	167
6.1.6	Técnico de Aseguramiento N° 2 (En corte de muestras)	172
6.1.6.1	Actividad 1 (Toma de muestras para el LAB de calidad).....	172
6.1.6.2	Actividad 2 (Identifica Muestras).....	176
6.1.6.3	Actividad 3 (Almacena testigos).....	179
6.1.6.4	Actividad 4 (Envía muestras al LABpt por PC).....	181
6.1.6.5	Actividad 5 (Traslados hasta el LABpt ó LAB de calidad)	184
6.1.6.6	Actividad 6 (Espera en el LABpt por los resultados)	188
6.1.6.7	Actividad 7 (Va a P5 por información).....	191
6.1.6.8	Actividad 8 (Llena formatos manuales).....	194
6.1.6.9	Actividad 9 (Resuelve inconvenientes)	197
6.1.7	Análisis de las situaciones de laminación TAC (en corte de muestras) .	200
6.1.7.1	Situación 1 (Laminación para Otros clientes sin incluir VICSON, ALMAGAL y TOCAR).	200
6.1.7.2	Situación 2 (Laminación combinada VICSON + Otros clientes).	208
6.1.7.3	Situación 3 (Laminación combinada VICSON + TORCAR).....	216
6.1.7.4	Situación 4 (Laminación 100% VICSON 723 Diámetro 5.5mm).	222
6.1.8	Carga de trabajo de los operarios de despunte (personal de S.A.C.A.) .	228
6.1.8.1	Procedimiento estadístico.....	229
6.1.8.2	Cálculo del Tiempo Normal	230
6.2	Aplicación de la técnica de muestreo de trabajo.....	233
6.2.1	Definición del nivel de confianza	234
6.2.2	Realización del estudio.....	235
6.2.3	Porcentaje de ocurrencia preliminar	236
6.2.4	Cálculo de la exactitud	236
6.2.5	Gráfico de Control	236
	CONCLUSIONES	240
	RECOMENDACIONES	242
	BIBLIOGRAFÍA	244
	ANEXOS	245
	APÉNDICES	258

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Pag.	
2.1	Áreas de Gestiones	15
2.2	Descripción General de Productos Semielaborados	20
2.3	Descripción General de Productos Terminados	21
2.4	Porcentaje de Producto por Planta	27
6.1	MIX real de laminación para algunos clientes durante los meses en estudio	92
6.2	Tiempos de ejecución del ensayo de decalaminado	97
6.3	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal (Ensayo de decalaminado).	98
6.4	Calificación de Velocidad para el Ensayo de decalaminado.	101
6.5	Tiempo Normal del Ensayo de decalaminado.	103
6.6	Factores Operacionales para la determinación de la fatiga (decalaminado)	103
6.7	Tiempos de ejecución del ensayo de recalcado	106
6.8	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal (Ensayo de recalcado).	107
6.9	Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para el ensayo de recalcado	108
6.10	Calificación de velocidad del Ensayo de Recalcado.	109
6.11	Tiempo Normal del Ensayo de Recalcado.	109
6.12	Tiempos de sub-actividades en la medición del diámetro de alambón	112
6.13	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para la medición del Diámetro de los rollos de alambón.	114
6.14	Calificación de velocidad de la medición de diámetro	120
6.15	Análisis estadístico de las muestras y Tiempos normales de cada elemento	122

6.16	Factores operacionales para la determinación de la fatiga en la medición de diámetro	123
6.17	Tiempos de inspección visual de los rollos de alambón	125
6.18	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para las inspecciones	126
6.19	Calificación de velocidad para las inspecciones visuales	127
6.20	Tiempo Normal de las Inspecciones Visuales	128
6.21	Factores operacionales para la determinación de la fatiga para las inspecciones	129
6.22	Tiempo de duración en el llenado de formatos manuales y libro de reportes	130
6.23	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para el llenado de formatos manuales	131
6.24	Análisis estadístico para el llenado de formatos manuales	131
6.25	Tiempo Normal del llenado de formatos manuales	132
6.26	Factores operacionales para la determinación de la fatiga en el llenado de formatos manuales	133
6.27	Tiempo de duración en la actividad de ida al Pulpito 5 a buscar consecutivo	134
6.28	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para la actividad de ida al P5 por consecutivo	135
6.29	Análisis estadístico de aceptación de muestras para las ida al P5	135
6.30	Tiempo Normal de ida al P5 por consecutivo	136
6.31	Factores operacionales para la determinación de la fatiga para las ida al P5 por consecutivo.	137
6.32	Tiempo de duración en la actividad de resolución de inconvenientes	138
6.33	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal (resuelve inconvenientes)	139
6.34	Análisis estadístico para las ida al P5 por consecutivo	139
6.35	Tiempo Normal de ida al P5por consecutivo	140
6.36	Factores operacionales para la determinación de fatiga al	141

	resolver inconvenientes	
6.37	Tiempo de duración en la actividad Reporta en piso de planta	142
6.38	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal (Reporta en piso de planta)	142
6.39	Análisis estadístico para los reportes en Piso de Planta	143
6.40	Tiempo Normal de reportes en Piso de Planta	143
6.41	Tiempo de duración en la actividad Inspecciona Volcadoras	144
6.42	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal (Inspecciona Volcadoras)	145
6.43	Análisis estadístico para las inspecciones de volcadoras	145
6.44	Tiempo Normal de Inspecciones de Volcadoras	146
6.45	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 1	152
6.46	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 1	153
6.47	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 2	158
6.48	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 2	159
6.49	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 3	165
6.50	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 4	170
6.51	Tiempos de sub-actividades en la toma de muestras para el LAB de calidad	172
6.52	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para la toma de muestras	173
6.53	Análisis Estadístico para la Toma de muestras	174
6.54	Calificación de Velocidad para la toma de muestras	174
6.55	Tiempo Normal de la toma de muestras para el LABpt	175
6.56	Factores Operacionales para la determinación de la fatiga para la toma de muestras para el LABpt	176

6.57	Tiempos de identificación de muestras.	176
6.58	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para la identificación de muestras	177
6.59	Análisis estadístico para la identificación de muestras	177
6.60	Calificación de velocidad para la identificación de muestras	178
6.61	Tiempo Normal de identificación de muestras	178
6.62	Tiempos de Almacenamiento de testigos.	179
6.63	Análisis estadístico para el almacenamiento de muestras	179
6.64	Calificación de velocidad para el almacenamiento de testigos	180
6.65	Tiempo Normal de Almacenamiento de testigos	180
6.66	Factores operacionales para la determinación de la fatiga e el almacenamiento de testigos	181
6.67	Tiempos Enviando muestras al LABpt por PC.	181
6.68	Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal de envió de muestras al LABpt por PC	182
6.69	Análisis estadístico para el envió de muestras al LABpt por PC	182
6.70	Calificación de velocidad para el envió de muestras al LABpt por PC	183
6.71	Tiempo Normal de envíos de muestras a LABpt por PC	183
6.72	Factores operacionales para la determinación de fatiga en los envíos de muestras al LABpt por PC	184
6.73	Tiempos de traslados hasta el LABpt	185
6.74	Factores que Influyen en el cálculo del tiempo Normal de traslados hasta el LABpt	185
6.75	Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para los traslados hasta el LABpt	186
6.76	Calificación de velocidad para los traslados hasta el LABpt.	186
6.77	Tiempo Normal de ejecución de los traslados hasta el LABpt	187
6.78	Factores Operacionales para la determinación de Fatiga para los traslados hasta el LABpt	187
6.79	Tiempos de espera de resultados en el LABpt	188
6.80	Factores que Influyen en el cálculo del tiempo Normal de esperas	188

	de resultados en el LAB de calidad ó LABpt	
6.81	Análisis estadístico de aceptación del tamaño 189de la muestra para las esperas por los resultados de los ensayos en el LABpt	198
6.82	Calificación de velocidad para las esperas por resultados en el LABpt	190
6.83	Tiempo Normal de espera por los resultados en el LABpt	190
6.84	Tiempos de ejecución (va a P5 por información)	191
6.85	Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para las idas al P5 por información.	192
6.86	Calificación de velocidad para las ida al P5 por información	193
6.87	Tiempo Normal de idas al P5 en busca de información	193
6.88	Factores operacionales para la determinación de fatiga para las ida al P5 por información	194
6.89	Tiempos de ejecución de llenado de formatos manuales	195
6.90	Factores que Influyen en el cálculo del tiempo Normal de llenado de formatos manuales	195
6.91	Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para el llenado de formatos manuales	196
6.92	Tiempo Normal de llenado de formatos manuales	196
6.93	Tiempos de ejecución resolviendo inconvenientes	197
6.94	Factores que Influyen en el cálculo del tiempo Normal de resolución de inconvenientes.	198
6.95	Análisis estadístico para la resolución de inconvenientes	198
6.96	Tiempo Normal en resolución de inconvenientes	199
6.97	Factores operacionales para la determinación de fatiga en la resolución de inconvenientes	199
6.98	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestra) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 1	205
6.99	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestras) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 1	206

6.100	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestras) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 2	213
6.101	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestra) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 2	214
6.102	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestras) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 3	220
6.103	Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en corte de muestras) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 4	225
6.104	Carga de trabajo de los Técnicos de aseguramiento de calidad en una situación de laminación solo para VICSON + TORCAR	227
6.105	Tiempos de ejecución de despunte	229
6.106	Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para el despunte	230
6.107	Calificación de velocidad para el despunte	230
6.108	Tiempo Normal de ejecución del despunte.	231
6.109	Carga de trabajo de los operarios de despunte (Personal contratado S.A.C.A)	232
6.110	Número Aleatorios	235
6.111	Ejecución del muestreo de trabajo	235

INDICE DE FIGURAS

Figuras		Pag.
2.1	Distribución de actividades de la OT.	13
2.2	Unidades productivas de TERNIUM.	14
2.3	Red de negocios y centro de distribución.	16
2.4	Estructura física de Hylsa.	17
2.5	Estructura física de Siderar	18
2.6	Estructura física de Sidor.	18
2.7	Ubicación geográfica de TERNIUM SIDOR	20
2.8	Sistema de Reducción	22
2.9	Sistema de Productos Largos.	23
2.10	Sistema de Productos Planos.	23
2.11	Peletización.	24
2.12	Ubicación de Planta de Pella.	26
2.13	Proceso Reducción Directa	27
2.14	Ubicación geográfica de las plantas de reducción directa.	29
2.15	Proceso de Aceración y Solidificación.	30
2.16	Ubicación Geográfica de las Acerías.	32
2.17	Estructura resultante por la laminación a baja temperatura.	33
2.18	Proceso de Laminación en Caliente	34
2.19	Proceso de Decapado	36
2.20	Ubicación geográfica de Laminación en Caliente	38
2.21	Proceso de Laminación en Frío	39
2.22	Ubicación geográfica de Laminación en frío.	40
2.23	Visión general de los procesos de recubiertos.	40
2.24	Ubicación geográfica de recubierto de planos.	44
2.25	Proceso de corte de banda en caliente.	45
2.26	Proceso de corte de banda en frío.	47
2.27	Proceso de corte de Hojalata.	49
2.28	Ubicación geográfica de servicios de corte de productos planos.	50

2.29	Visión general del proceso de productos largos.	51
2.30	Trenes de barras y alambón.	52
2.31	Ubicación geográfica de las líneas de barras y alambón.	54
6.1	Comportamiento de la producción de Alambón entre Agosto y Octubre	87
6.2	Comparación de las condiciones determinadas en los meses en estudio.	90
6.3	Comportamiento de ambas condiciones bajo la situación de laminación N° 1.	93
6.4	Comportamiento de ambas condiciones bajo la situación de laminación N° 2.	94
6.5	Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°1 (en línea) en la situación 1	154
6.6	Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°1 (en línea) en la situación 2	160
6.7	Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°1 (en línea) en la situación 3.	166
6.8	Comportamiento de la producción de Acero 723, Diam. 5.5mm	167
6.9	Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°1 (en línea) en la situación 4.	171
6.10	Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°2 (en corte de muestras) en la situación 1	207
6.11	Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°2 (en corte de muestras) en la situación 2	215
6.12	Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°2 (en corte de muestras) en la situación 3.	221
6.13	Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°1 (en corte de muestras) en la situación 4.	226
6.14	Comportamiento de la carga de trabajo de los Técnicos de Aseguramiento bajo una situación de laminación para VICSON Y TORCAR	227
6.15	Comportamiento de la carga de trabajo de los operarios de	232

	despunte	
6.16	Diagrama de control del muestreo de trabajo	238
6.17	Diagrama de Pareto del muestreo de trabajo.	238

INTRODUCCIÓN

Actualmente, TERNIUM SIDOR, es la mayor empresa productora de acero semielaborados y terminados en el país, lo que la convierte en la empresa líder en esta rama; tiene como objetivo cumplir con los más altos estándares de calidad en sus procesos y productos, así como cumplir a cabalidad las diversas exigencias de sus clientes.

Con base a lo expresado anteriormente, la Gerencia de Barras y Alambrón, quien ha roto en algunas ocasiones los record de producción, ha recibido una queja de no conformidad por parte de uno de sus más importantes clientes, VICSON, quien posee un porcentaje de representación en la laminación (MIX) del 19%, siendo éste el cliente con mayor MIX dentro de todo el Staff de clientes con los que cuenta la gerencia. La no conformidad se presentó por la falta de ejecución de uno de los ensayos más importante que solicita este cliente para sus productos (Decalaminado; la aparición de este incidente indica la omisión de una responsabilidad, alegándose por parte de uno de los responsables, la carencia de tiempo disponible para ejecutar el ensayo, razón por la cual surge la necesidad de determinar y analizar la carga de trabajo de los técnicos de aseguramiento de la calidad del tren de laminación de alambrón.

Para la elaboración de este estudio, se requiere realizar las siguientes acciones de investigación:

1. Conocer las generalidades, objetivos específicos y políticas de calidad de TERNIUM SIDOR y de la Gerencia de Barras y Alambrón.
2. Definir y Formular el Problema considerando los lineamientos exigidos por la empresa en la realización de este proyecto.

3. Formular los Objetivos Generales y Específicos del presente informe.
4. Evaluar la situación actual, en la ejecución de las actividades por parte de los sujetos en estudio (Técnicos de aseguramiento de la calidad)
5. Realizar el levantamiento de toda la información necesaria a través de: la Investigación Documental, Observación Directa, Entrevistas no Estructuradas y Realización de Muestreos.

A través de este informe se presenta el resultado de la investigación realizada en los siguientes capítulos: En el capítulo I. Se expone el problema objeto de la investigación. En el capítulo II. Se detallan las Generalidades de la Empresa. En el capítulo III Se destacan los aspectos teóricos de la investigación. En el capítulo IV. Se presenta el diseño metodológico que fue seguido para realizar el estudio. En el capítulo V se expone la situación actual de la empresa. En el capítulo VI se presentan los resultados. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

En este capítulo se presentan de forma concisa la descripción del problema sobre el cual se esta realizando el estudio, la justificación e importancia, así como los objetivos que se desean alcanzar con este trabajo. De igual forma se citan las posibles limitantes que se pueden presentar durante el desarrollo del mismo.

1.1 Planteamiento del problema

Siderurgica del Orinoco (SIDOR), es una importante empresa del sector productivo de Venezuela, la cual se encuentra adscrita a TERNIUM, una corporación a nivel internacional dedicada al ramo siderurgico.

TERNIUM SIDOR elabora Productos Planos y Largos tanto semielaborados como terminados de acuerdo con las últimas normas internacionales (ASTM, JIS, DIN, SAE, entre otras), en cuanto a dimensiones, tolerancias, requerimiento de micro limpieza y composición química; para esto utiliza tecnologías de Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Arco.

En los trenes de laminación de Barras y Alambrón se fabrican los productos Lagos terminados de la empresa; como las cabillas utilizadas en el país y a nivel internacional para la construcción de infraestructuras, y el alambrón que luego es usado para fabricar alambre de menor diámetro, tuercas, tornillos y otra gama de productos; es por esta razón que todos los

productos que se despachan de este departamento deben cumplir con ciertas características técnicas y de calidad adaptadas según la norma por la que se rija cada producto.

Es en la zona de acabado de los trenes de laminación tanto de Barras como de Alambrón, es donde los Técnicos de Aseguramiento de calidad deben velar por el cumplimiento de las características técnicas y de calidad de los productos, especificadas en las normas y en las ordenes de comprar de cada cliente; este proceso de aseguramiento de calidad, engloba actividades como el corte de muestras para las pruebas de laboratorio (Ensayos de propiedades mecánicas (esfuerzo de fluencia y tracción), ensayos metalográficos, ensayos de doblado, Análisis químico de comprobación, ensayos de recalado y dcalaminabilidad), verificación de los diámetros y ovalidad del producto al igual que la verificación de otras características físicas (burbujas en el producto, resaltes fuera de norma, melladuras mecánicas en el producto, entre otros) que determinan la conformidad del mismo y su aplicación a la venta.

Para el caso específico de los Técnicos de Aseguramiento de calidad del tren de Alambrón, su jornada de trabajo esta constituida según la práctica operativa que rige este puesto de trabajo por: la inspección y verificación del Alambrón y los rollos de acero con resalte, de forma tal que estos cumplan con los requerimientos superficiales, de forma, dimensionales, análisis químico y propiedades mecánicas exigidos, por las diferentes normas de fabricación y/o requerimientos de los clientes.

Dentro de los clientes con los que cuenta el departamento de Alambrón, resaltan VICSON y ALMAGAL, los cuales son sumamente exigentes respecto a las características y las pruebas que se deben realizar a los productos adquiridos por ellos antes de recibir los mismos; muchas de estas pruebas son responsabilidad de los Técnicos de Aseguramiento de calidad. En una oportunidad la gerencia de Alambrón recibió una queja de no

conformidad de parte del cliente VICSON debido a que un producto fue distribuido a ellos sin antes cumplir con las pruebas que se especificaban en la orden de comprar (Decalaminado); es decir, por causa del incumplimiento de algunas responsabilidades del Técnico de aseguramiento (alegándose, la falta de tiempo y la sobre carga de trabajo para la realización y cumplimiento de las responsabilidades que reza la practica operativa de dicho puesto de trabajo.

Actualmente las pruebas de decalaminabilidad de los productos para VICSON (Tipo de Acero 723 (SAE-1023), usado para la trefilación mecánica) son realizadas por el ingeniero de procesos; esta tarea se ejecuta cuando el ingeniero de procesos cuenta con un tiempo disponible para esto. Otra de las pruebas que son ejecutadas por el ingeniero de procesos es el ensayo de recalcado, el cual debe realizarse al producto alambrón (diámetros 5,50mm hasta 12,70mm), para ser utilizado en la fabricación de tornillería y tuerca.

1.2 Objetivos

Durante el desarrollo y ejecución de este trabajo se perseguirá cumplir los objetivos que serán mencionados a continuación:

1.2.1 Objetivo General

Determinar la carga de trabajo de los Técnicos de Aseguramiento de la calidad en la zona de acabado del Tren de laminación de Alambrón en TERNIUM SIDOR.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Realizar visitas y recorridos en la zona de acabado del tren de laminación de Alambrón.

2. Verificar las actividades establecidas para los técnicos de aseguramiento de calidad, en las practicas operativas PRALAL07002 (Muestreo y remuestreo de alambón y rollos de acero con resaltes), PRALAL07003 (Manejo de la máquina de recalado), PRALAL07004 (Ensayo de recalado a las muestras de alambón en el proceso de laminación), PRALAL07006 (Ensayos de decalaminabilidad en el Alambón), PRALAL00018 (Control de productos no conforme en el Laminador de Alambón) y PRALAL00019 (Control de mezclas de acero en el Laminador de Alambón).
3. Inspeccionar y analizar las actividades que ejecutan los técnicos de aseguramiento con mayor frecuencia y que forman parte de su carga de trabajo.
4. Determinar el tiempo Normal de las actividades realizadas por los técnicos de aseguramiento de calidad, a través de la toma de tiempos con cronometraje vuelta a cero.
5. Determinar el tiempo estándar de las pruebas de laboratorio (Ensayo de recalado y ensayo de decalaminabilidad) realizadas por el ingeniero de procesos.
6. Verificar en los planes de producción la frecuencia de ocurrencia de la laminación del Acero 723 (SAE-1023) de diámetro 5.5mm, y la laminación de alambón de diámetros 5.50mm hasta 12.70mm
7. Realizar un muestreo de trabajo de las actividades realizadas por los técnicos de aseguramiento para establecer el porcentaje de ocurrencia en que los mismos son eficientes o se encuentran trabajando.

8. Realizar gráficos de control que permitan obtener las observaciones que se encuentran fuera de los límites de control y determinar las causas.

1.3 Alcance

Este trabajo esta enfocado en la determinación, análisis, y evaluación de la carga de trabajo de los Técnicos de Aseguramiento de la Calidad en la zona de acabado del tren de laminación de alambrón, así como la estandarización de los tiempos de ejecución de las actividades realizadas por los mismos según lo establecen las prácticas operativas.

1.4 Delimitación

Este trabajo se llevó a cabo a través de inspección, verificación, y toma de tiempo de las actividades ejecutadas por los Técnicos de Aseguramiento de la calidad en la zona de acabado del tren de laminación de Alambrón

1.5 Limitaciones

Existen un conjunto de situaciones que pueden generar inconvenientes y afectar el desarrollo y ejecución del trabajo de investigación, dichas situaciones se mencionan a continuación:

1. Manifestaciones y paralización de las actividades laborales del personal de la planta por motivo de la discusión del contrato colectivo.
2. Poca aceptación del trabajo de investigación entre el personal objeto del estudio.
3. Presencia de demoras y paradas en la producción que originan retrasos y en el peor de los casos anulan la ejecución de las actividades cotidianas de los técnicos de aseguramiento.

1.6 Justificación

Actualmente TERNIUM SIDOR, específicamente la gerencia de Barras y Alambión posee dentro de su grupo de prestigiosos clientes a VICSON y ALMAGAL, los cuales requieren que la empresa le distribuya rollos de alambión de acero 723, acero 884, entre otros; cumpliendo con las características técnicas y de calidad reflejadas en las normas para los productos, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en las ordenes de compra de dichos clientes.

Dentro de los requerimientos que establecen los clientes para los productos del tren de alambión resaltan, los ensayos de decalaminabilidad para aceros 723 (SAE-1023) de diámetro 5.5mm, ensayos de recalcado para productos de alambión de diámetros 5.50mm hasta 12.70mm, despunte de los rollos de alambión, inspección del 75% de los rollos de alambión que se fabrican por cada colada, entre otras. Estos requerimientos determinan el grado de calidad y la aplicación a la venta de dichos productos.

En la actualidad algunas de estas actividades (ensayos de recalcado y ensayos de decalaminabilidad) son realizadas por los ingenieros de procesos, pero solo cuando los ingenieros de procesos cuentan con tiempo disponible para efectuar dichas actividades; sin embargo debido a la magnitud del proceso de producción y la continuidad del mismo es necesario que los ensayos requeridos por los clientes y especificados en las normas de productos se realicen en línea, es decir, a medida que el producto va saliendo de la línea deben realizarse las pruebas y ensayos pertinentes, de forma tal que si aparece alguna irregularidad en los productos, puedan ser notificadas y resueltas con la mayor brevedad posible y así disminuir la posibilidad de distribuir productos no conformes según las ordenes de compras.

Por tal motivo se determinará la carga de trabajo que presentan los Técnicos de aseguramiento de la calidad con la finalidad de comprobar si estos cuentan con el tiempo necesario para asumir la responsabilidad de velar y realizar las pruebas y ensayos de los productos en línea.

CAPITULO II

MARCO EMPRESARIAL

El presente capítulo refleja la historia de TERNIUM SIDOR, empresa donde se realizó la investigación, así como también las características y generalidades más importantes a fin de dar a conocer la naturaleza del lugar estudiado.

2.1 Reseña histórica

1955: El gobierno venezolano suscribe un contrato con la firma Innocenti de Milán, Italia—, para la construcción de una planta siderúrgica con capacidad de producción de 560.000 toneladas de lingotes de acero.

1957: Se inicia la construcción de la Planta Siderúrgica en Matanzas, Ciudad Guayana.

1958: Se crea el Instituto Venezolano del Hierro y el Acero, con el objetivo de impulsar la instalación y supervisar la construcción de la planta siderúrgica.

1960: Se crea la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y se le asignan las funciones del Instituto Venezolano del Hierro y el Acero.

1961: Se inicia la producción de tubos sin costura, con lingotes importados. Se produce arrabio (hierro colado) en los Hornos Eléctricos de Reducción.

1962: El 9 de julio se realiza la primera colada de acero, en el horno N° 1 de la Acería Siemens-Martín.

1964: Se crea la empresa estatal CVG Siderúrgica del Orinoco (SIDOR) C.A., a la cual se le confía la operación de la planta existente.

1971: Se construye la Planta de Productos Planos.

1972: Se aumenta la capacidad de los hornos Siemens-Martín a 1,2 millones de toneladas de acero líquido.

1974: Arranca la Planta de Productos Planos. Se inicia el Plan IV para aumentar la capacidad de SIDOR a 4,8 millones de toneladas de acero.

1975: Nacionalización de la industria de la minería del hierro.

1978: Se inaugura el Plan IV.

1981: Se inicia la ampliación de la Planta de Productos Planos, que concluye un año después.

1989: Se aplica un proceso de reconversión en SIDOR que significa, entre otros cambios, el cierre de los hornos Siemens-Martín y laminadores convencionales.

1995: Entra en vigencia la Ley de Privatización en Venezuela.

1997: El gobierno venezolano privatiza SIDOR, después de cumplir un proceso de licitación pública ganado por el Consorcio Amazonia, holding conformado por cinco de las empresas más importantes de América Latina en el área de producción de acero.

1998: SIDOR inicia su transformación para alcanzar estándares de competitividad internacional equivalentes a los de los mejores productores de acero en el mundo.

2000: La Acería de Planchones obtiene una producción superior a 2,4 millones de toneladas, cifra con la que supera la capacidad para la cual fue diseñada en 1978.

2001: Se inauguran tres nuevos hornos en la Acería de Planchones y se concluye el proyecto de automatización del Laminador en Caliente con una inversión de más de 123 millones de dólares.

2002: Récord de producción en plantas de Reducción Directa, Acería de Planchones, Tren de Alambrón y distintas instalaciones de Productos Planos, entre ellas, el Laminador en Caliente, que superó la capacidad de diseño, después de 27 años. Asimismo, la Siderúrgica estableció nuevas marcas en producción facturable total de Alambrón y Laminados en Caliente.

2002: Récord histórico de exportaciones: 2,3 millones de toneladas; y récord mensual de exportaciones: más de 200.000 toneladas.

2003: Se cumplen cinco años de gestión privada de Sidor.

2.2 La Organización Techint

La Organización Techint (OT) fue fundada en 1945. Con más de 30 compañías en todo el mundo, cuenta con más de 43.000 empleados y una facturación anual de 7,5 billones de dólares.

La OT ostenta unidades de negocios en las siguientes áreas: Acero (TERNIUM), tubos de Acero con y sin soldadura (TENARIS), Ingeniería y construcción, Plantas y Maquinarias Industriales, Petróleo, Gas y otros servicios. En el gráfico se muestra la distribución de las actividades de la OT en función de la facturación anual.

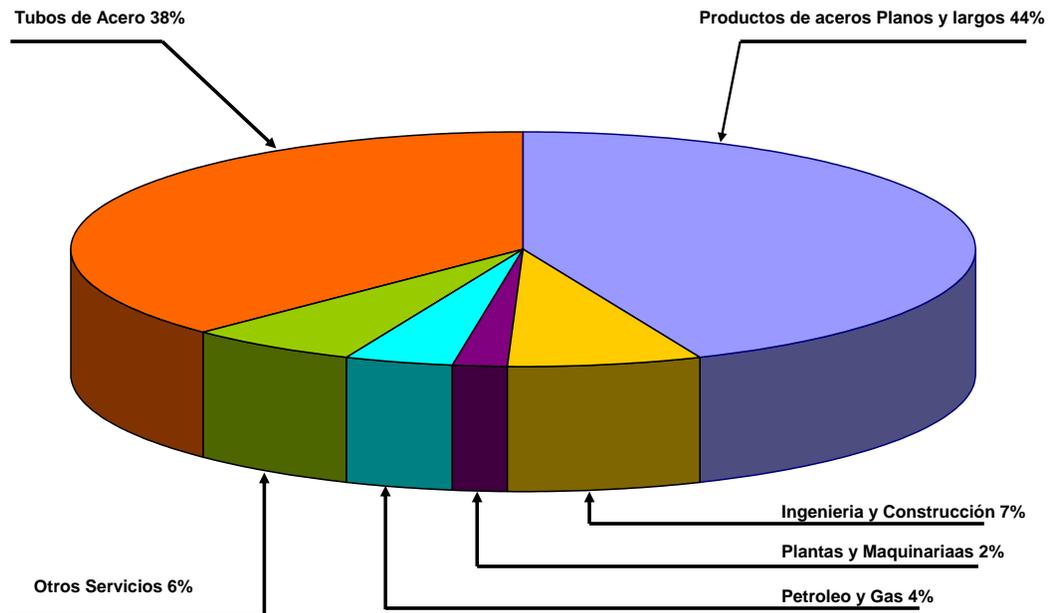


Fig. 2.1 Distribución de actividades de la OT.

2.3 TERNIUM

TERNIUM es la empresa productora de aceros planos y largos de la OT. Es líder del mercado latinoamericano y esta integrada por la HYLISA de México, SIDERAR de Argentina y SIDOR de Venezuela. Con una producción anual cercana a las 12 millones de toneladas, es el mayor productor de acero de la región, quinto del continente y primer exportador americano de productos terminados.

Reúne el profesionalismo y la tenacidad de 18.000 empleados, que buscan maximizar las ventajas competitivas de Hylsa, Siderar y Sidor, para proyectarse hacia los mercados internacionales, con una amplia red de distribución en todo el continente Americano y filiales comerciales localizadas en los principales centro de consumo del mundo.

Cuenta con unidades productivas ubicadas en Argentina, México y Venezuela, con procesos altamente integrados para la fabricación de acero y productos derivados de valor agregado.



Fig. 2.2 Unidades productivas de TERNIUM.

2.3.1 Misión

Creamos valor con nuestros clientes, mejorando la competitividad y productividad conjunta, a través de una base industrial y tecnológica de alta eficiencia y una red comercial global.

2.3.2 Visión

Ser la empresa siderúrgica líder de América, comprometida con el desarrollo de sus clientes, a la vanguardia en parámetros industriales y destacada por la excelencia de sus recursos humanos.

2.3.3 Valores

- 🚩 Compromiso con el desarrollo de nuestros clientes.
- 🚩 Creación de valor para nuestros accionistas.
- 🚩 Cultura técnica, vocación industrial y visión de largo plazo.

- 🚩 Arraigo local, visión global.
- 🚩 Transparencia en la gestión.
- 🚩 Profesionalismo, compromiso y tenacidad.
- 🚩 Excelencia y desarrollo de los recursos humanos.
- 🚩 Cuidado de la seguridad y condiciones de trabajo.
- 🚩 Compromiso con nuestras comunidades.

2.3.4 Estructura Organizacional

TERNIUM esta organizada en cuatro áreas de gestión, ocho áreas funcionales centrales y dos áreas de servicios.

Las áreas de gestión incluyen tres unidades productivas (HYLSA, SIDERAR y SIDOR) y cuatro unidades de negocio (Norte, Centro, sur, Internacional) que atienden diferentes mercados.

Área de Gestión	Unidad Productiva	Mercados
Sur	Ternium Siderar	Argentina, Uruguay, Paraguay, Brasil, Chile
Centro	Sidor	Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Países de Centro América y el Caribe
Norte	Ternium Hylsa	México
Internacional		Estados Unidos, Canadá y resto del Mundo.

Tabla 2.1 Áreas de Gestiones

Las áreas funcionales centrales cumplen la función de legislar, controlar, supervisar, consolidar la información y definir y seguir el cumplimiento de parámetros de desempeño. Estas son: Legal, Auditoría, Comunicación,

Administración y Finanzas, Sistemas, Planeamiento y Operaciones, Recursos Humanos e Ingeniería y Medio ambiente.

2.3.5 Red de Negocios y Centros de Distribución.

TERNIUM cuenta con una red de negocios y centros de distribución para la comercialización de los productos fabricados en tres continentes.



Fig. 2.3 Red de negocios y centro de distribución.

2.3.6 Unidades Productivas de TERNIUM.

Las unidades productivas ubicadas en Argentina, México y Venezuela, cuentan con procesos altamente integrados para la fabricación de acero y productos derivados de valor agregado.

2.3.6.1 TERNIUM Hylsa

Es un complejo siderúrgico ubicado en México altamente integrado en su cadena de valor. Sus actividades abarcan desde la extracción de mineral de hierro en sus propias minas y la fabricación de acero, hasta la elaboración de productos terminados de alto valor agregado y su distribución.



Fig. 2.4 Estructura física de Hylsa.

El 80% de sus ventas están dirigidas al mercado doméstico. Estos despachos representan alrededor del 20% del consumo aparente mexicano. Para la comercialización internacional de sus productos se apoya en la red de oficinas comerciales de TERNIUM.

TERNIUM Hylsa desarrolla sus actividades industriales en todo el territorio mexicano: posee el 100% de la compañía minera Las Encinas (con una planta de peletización en la ciudad de Colima); y el 50% de Peña Colorada en sociedad con Ispat (con minas de hierro en el estado de Jalisco, y una planta de peletización en la ciudad de Manzanillo). Posee también dos plantas productoras de productos largos (una en Apodaca y otra en Puebla); una planta productora de aceros planos en Monterrey; una planta de galvanizado; y el 50% del centro de servicios Acerex; y 23 centros de distribución en México.

2.3.6.2 TERNIUM Siderar

Es la mayor empresa siderúrgica Argentina. Sus actividades abarcan desde la fabricación del coque, arrabio y acero, hasta la producción de chapas laminadas en caliente, frío, galvanizados, prepintados y hojalata.



Fig. 2.5 Estructura física de Siderar

Siderar desarrolla sus actividades industriales en ocho plantas distribuidas en cinco localidades de la provincia de Buenos Aires. Para la comercialización de sus productos se apoya en una red propia de centros de servicios localizados en Argentina, así como en la estructura comercial de TERNIUM, con sus oficinas comerciales distribuidas en los principales centros de consumo del mundo.

A diferencia de las otras dos empresas de TERNIUM, el proceso de reducción del mineral de hierro se realiza a través de Alto Horno.

2.3.6.3 TERNIUM Sidor

Es el complejo siderúrgico integrado de Venezuela. Hoy es el principal productor de acero de este país y de la Comunidad Andina. Esta planta es uno de los complejos más grandes de este tipo en el mundo.



Fig. 2.6 Estructura física de Sidor.

Sus actividades abarcan desde la fabricación del acero hasta la producción y la comercialización de productos semielaborados (planchones, lingotes y palanquillas), planos (laminados en caliente, frío, hojalata y hoja cromada) y largos (barras y alambrón).

Utiliza para la producción de acero tecnología de Reducción directa (HYL y Midrex) y Hornos eléctricos de Arco. El consorcio Amazonia (conformado por Siderar, de Argentina; TENARIS Tavsa e Hylsa, de México; Usiminas, de Brasil; y Sivensa de Venezuela) controla 60% del capital accionario.

2.4 TERNIUM SIDOR

TERNIUM SIDOR elabora Productos Planos y Largos tanto semielaborados como terminados de acuerdo con las últimas normas internacionales (ASTM, JIS, DIN, SAE, entre otras), en cuanto a dimensiones, tolerancias, requerimiento de micro limpieza y composición química. Los productos que fabrican se clasifican en semielaborados y terminados y se presentan a continuación:

2.4.1 Ubicación

TERNIUM SIDOR se ubica geográficamente en la Zona Industrial Matanzas de Ciudad Guayana - Estado Bolívar, al oriente del país sobre el margen derecho del Río Orinoco, a unos 27 Km. de su confluencia con el Río Caroní y a 300 Km. de la desembocadura del Orinoco en el Océano Atlántico.

Esta ubicación le permite tener una proximidad estratégica con los yacimientos de mineral de hierro y las fuentes energéticas de la región, así como también facilidad en acceso a los mercados mundiales a través de los canales de navegación del Río Orinoco. De esta manera, los campos petroleros del oriente y las represas Gurí y Macagua le abastece de la

energía eléctrica y el gas natural necesario en sus procesos de producción. La Figura 2.7 muestra la situación geográfica de TERNIUM SIDOR.

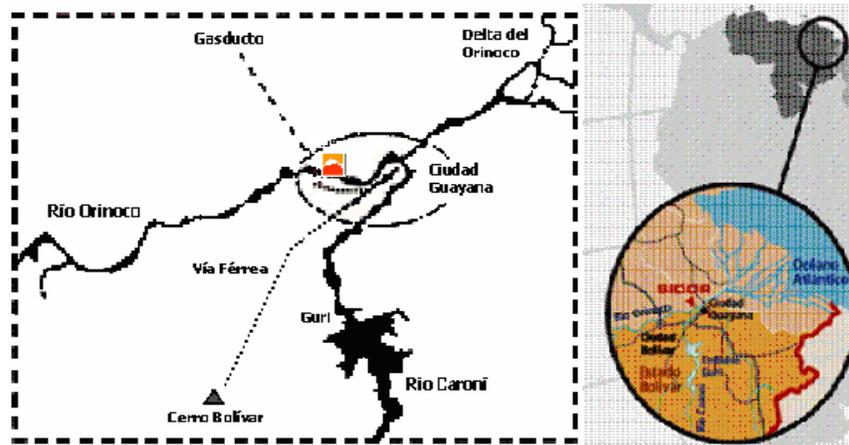


Fig.2.7 Ubicación geográfica de TERNIUM SIDOR

2.4.2 Productos Semielaborados.

Sidor provee planchones y palanquillas obtenidos mediante la solidificación de acero líquido en colada continua y lingotes mediante la solidificación de acero líquido por vaciado por el fondo, aptos para ser laminados y destinados a satisfacer una amplia gama de productos planos y largos.

Producto	Utilidad	Disponibilidad
Planchones	Se utilizan en procesos de transformación mecánica en caliente; siendo su uso más común la laminación de productos planos en caliente. Su utilización está regida por características dimensionales, químicas y metalúrgicas	

Palanquillas	Se utilizan para ser laminadas y satisfacer a una amplia gama de productos largos para la construcción, trefilación y soldadura principalmente	
Lingotes	Se utilizan para ser laminados como tubos sin costura, para la industria petrolera.	

Tabla 2.2 Descripción General de Productos Semielaborados

2.4.3 Productos Terminados.

Si bien los productos semielaborados se venden a clientes en forma directa, Sidor continúa agregándole valor. Así, en el caso de productos planos se elaboran desde los planchones productos planos laminados en caliente, frío y recubierto.

Productos	Utilidad	Disponibilidad
Laminado en Caliente	Sirven de base a la industria metalmecánica para la elaboración de productos generales como tubos soldados bajo la norma API, en las industrias de la construcción, automotriz y agropecuaria.	
Laminados en Frío	Se utilizan en la industria metalmecánica para la elaboración de diversos productos en la industria automotriz, de artículos del hogar y de usos eléctricos, entre otros.	

Recubiertos	<p>Por sus características mecánicas y de resistencia a la corrosión, así como la condición de ser no tóxicos, su uso final es fundamentalmente la fabricación de envases para distintos productos alimenticios, aerosoles tapas y pinturas.</p>	
Barras	<p>Se distinguen por satisfacer por requerimientos de resistencias en zonas sísmicas y no sísmicas y de adherencia entre otras.</p>	
Alambrón	<p>Se destinan fundamentalmente a la fabricación de mallas soldadas, fabricación de electrodos para soldaduras.</p>	

Tabla 2.3 Descripción General de Productos Terminados.

2.4.4 Flujo del Proceso de Producción de Sidor.

En el siguiente diagrama se observa el flujo de los procesos productivos que tienen lugar en Sidor.

2.4.1.1 Sistema de Reducción.

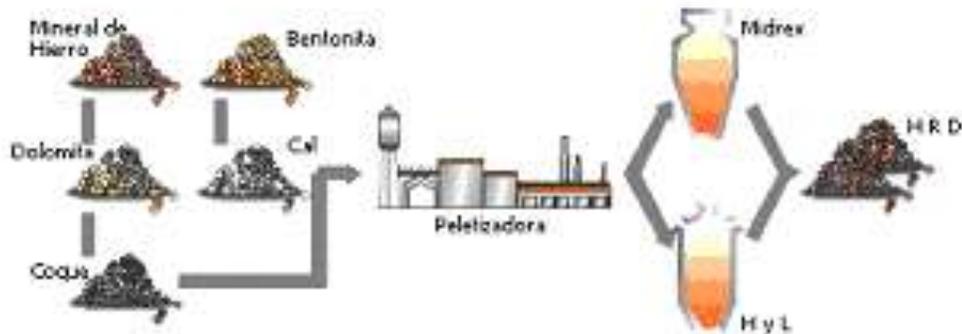


Fig. 2.8 Sistema de Reducción

2.4.1.2 Sistema de Productos Largos.

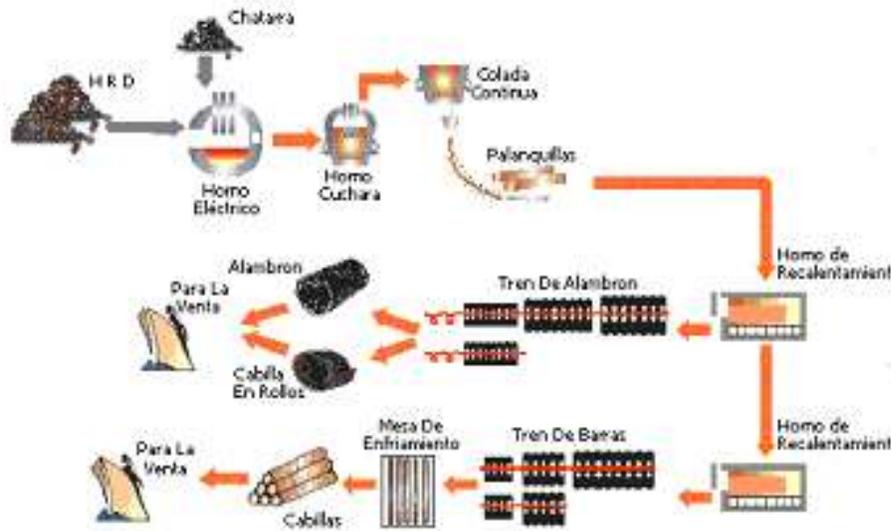


Fig. 2.9 Sistema de Productos Largos.

2.4.1.3 Sistema de Productos Planos.

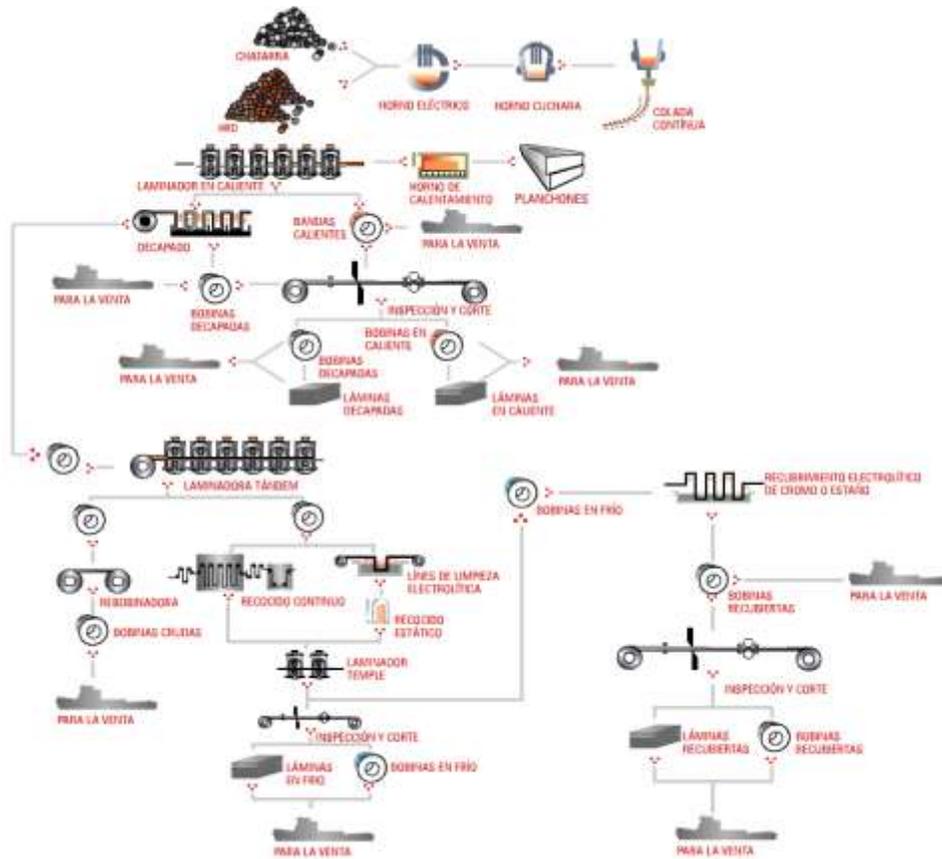


Fig. 2.10 Sistema de Productos Planos.

2.4.5 Procesos y Productos

A continuación se presenta de manera general los procesos y productos que se realizan en la empresa TERNIUM SIDOR.

2.4.5.1 Fabricación de Pellas.

La fabricación de pellas es el proceso mediante el cual a partir del mineral de hierro, aditivos y aglomerantes orgánicos, se produce aglomerados en forma esférica (Pellas), con características físicas, químicas y metalúrgicas apropiada para su posterior reducción.

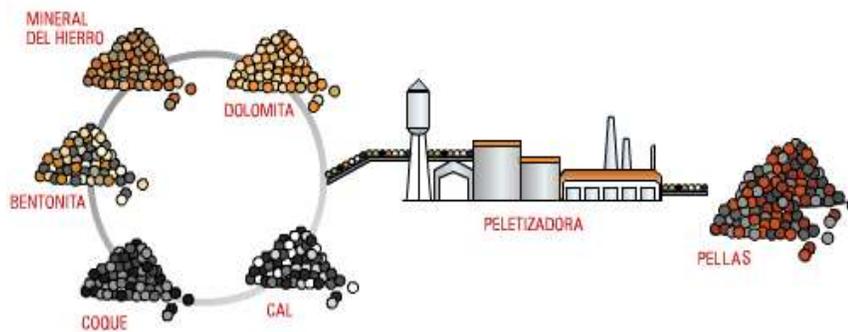


Fig. 2.11 Peletización.

2.4.5.1.1 Materia Prima.

La materia prima utilizada en Sidor para la realización de pellas es el material de hierro. Dependiendo de la calidad que tenga el material de hierro, se establece el porcentaje de distintos materiales que se suministraran en la premezcla para obtener las propiedades químicas y físicas requeridas. Estos son:

- Aditivos (Dolomita, caliza, antracita)
- Aglomerante orgánico de pellas, finos de casas de humos, glóbulos y escamas).

2.4.5.1.2 Productos.

Durante el proceso de fabricación se obtiene un producto intermedio llamado pella verde (pella sin cocción). El producto que finalmente se obtiene es la denominada PS6, la cual es una pella apta para el proceso de reducción directa.

En la fabricación de pellas se realiza un tratamiento al mineral de hierro para lograr unas características físicas y químicas particulares. Las etapas principales del proceso de fabricación de pellas son:

- Recepción y preparación: el mineral de hierro se transporta a través de un sistema de trenes desde los patios de Ferrominera hasta Sidor. La preparación de la materia prima comprende la combinación del mineral de hierro con aditivos y materiales reciclados y su posterior secado.
- Molienda: es la segunda etapa del proceso de fabricación de pellas, la función principal es pulverizar el mineral secado para lograr un producto con ciertas características granulométricas con propiedades particulares y niveles de superficie específica que lo hagan apto para el proceso siguiente.
- Mezclado: el material recibido en esta etapa no garantiza un buen proceso de formación de pellas, por ello el mineral de hierro es dotado de la humedad requerida intensamente mezclado con un aglomerante orgánico para una buena formación de pellas verdes.
- Peletización: es la fabricación de los aglomerados de mineral (pellas verdes) que luego son sometidas en un proceso de clasificación en una doble criba y quemado en el horno de piroconsolidación.

2.4.5.1.3 Ubicación

El proceso de fabricación de pellas cuenta con una planta física ubicada en la zona centro-occidental de TERNIUM SIDOR.

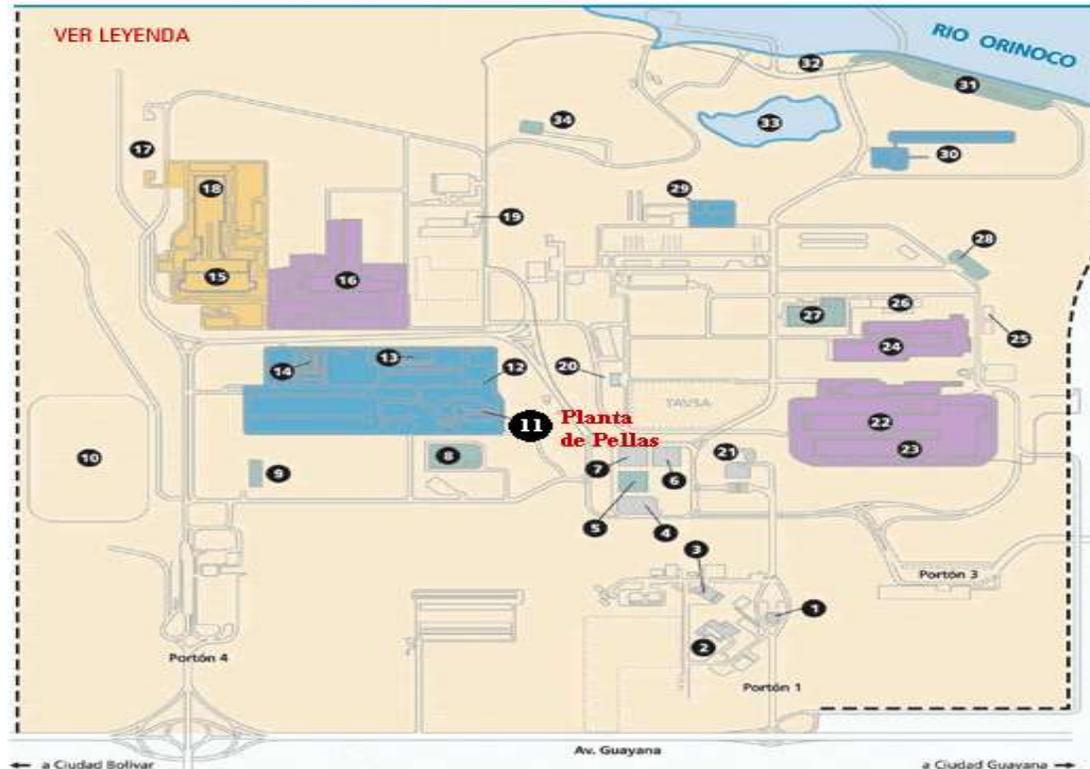


Fig. 2.12 Ubicación de Planta de Pella.

2.4.5.2 Reducción Directa.

Es el proceso que permite obtener el hierro metálico o hierro de reducción directa (HRD) con las características físico-químicas requeridas a través de la extracción o eliminación de oxígeno de las pellas en el horno de reducción o reactor.

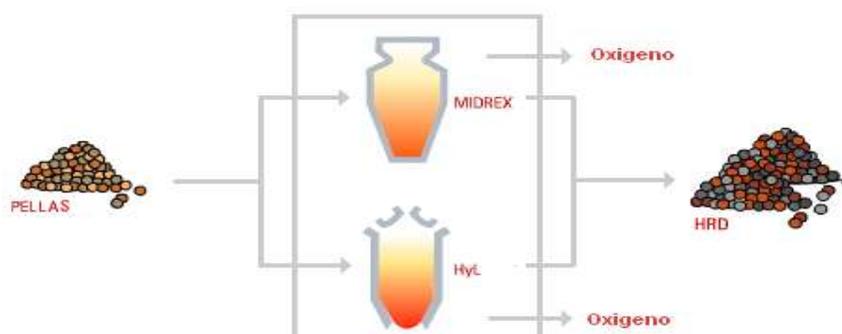


Fig. 2.13 Proceso Reducción Directa

2.4.5.2.1 Materia Prima.

La materia prima fundamental de los procesos de reducción directa son las pellas.

2.4.5.2.2 Productos

El producto de los procesos de reducción directa de Sidor es el HRD. Sidor cuenta con tres plantas de reducción directa separadas geográficamente, estas son: Midrex I, Midrex II y HYL II.

En la tabla a continuación se presenta las características de acuerdo con la planta procesadora:

	Midrex I	Midrex II	HYL II
Metalización (%)	94,5%	94,5%	94,5%
Carbono (%)	2,1%	2,1%	2,25%
% de Finos(%<1/4")	2,5%	2,2%	2,2% máx

Tabla 2.4 Porcentaje de Producto por Planta

Las operaciones que se llevan a cabo para la producción de HRD en Midrex son:

- Preparación de la materia prima: tiene como objetivo cubrir la pella con cal hidratada para evitar la adhesión entre ellas por efecto de las altas temperaturas en el horno de reducción.
- Reducción: el horno de reducción o reactor es un cilindro metálico hueco donde se realizan diferentes operaciones a medida que las pellas pasan por cinco sistemas o zonas estas son: carga, reducción, transición, enfriamiento y descarga.
- Reformación: el objetivo es convertir el gas tope (gas de la salida del reactor rico en CO₂) en gas reformado, para lo que se requiere adición de gas natural, energía y un catalizador de níquel. Esta mezcla constituye el gas reductor utilizado en el proceso de reducción.
- Las operaciones que se llevan a cabo para la producción de HRD en HYL II son:
 - Preparación de la materia prima: al igual que Midrex, la preparación de la materia prima tiene como objetivo cubrir la pella con cal hidratada para evitar que se aglomeren por efecto de las altas temperaturas en los reactores.
 - Reducción: a diferencia del proceso de Midrex, en la planta HYL II los materiales permanecen inmóviles en el reactor durante las distintas operaciones del proceso Reducción, de la siguiente forma: un reactor en la maniobra de carga /descarga, un reactor en reducción y un reactor en enfriamiento.
 - Reformación: el gas reformado rico en (H₂ y CO) se obtiene de la reducción catalítica de gas natural desulfurizado con un exceso de vapor de agua sobrecalentado, en presencia de un catalizador de

óxido de níquel y altas temperaturas. Este gas se utiliza como agente reductor en los reactores para la remoción del oxígeno del mineral de hierro.

2.4.5.2.3 Ubicación.

La planta Midrex I está ubicada en el centro norte de Sidor, mientras que Midrex II y HYL II se encuentran ubicadas en el área del plan IV al suroeste de Ternium Sidor, tal y como se muestra en la figura siguiente:

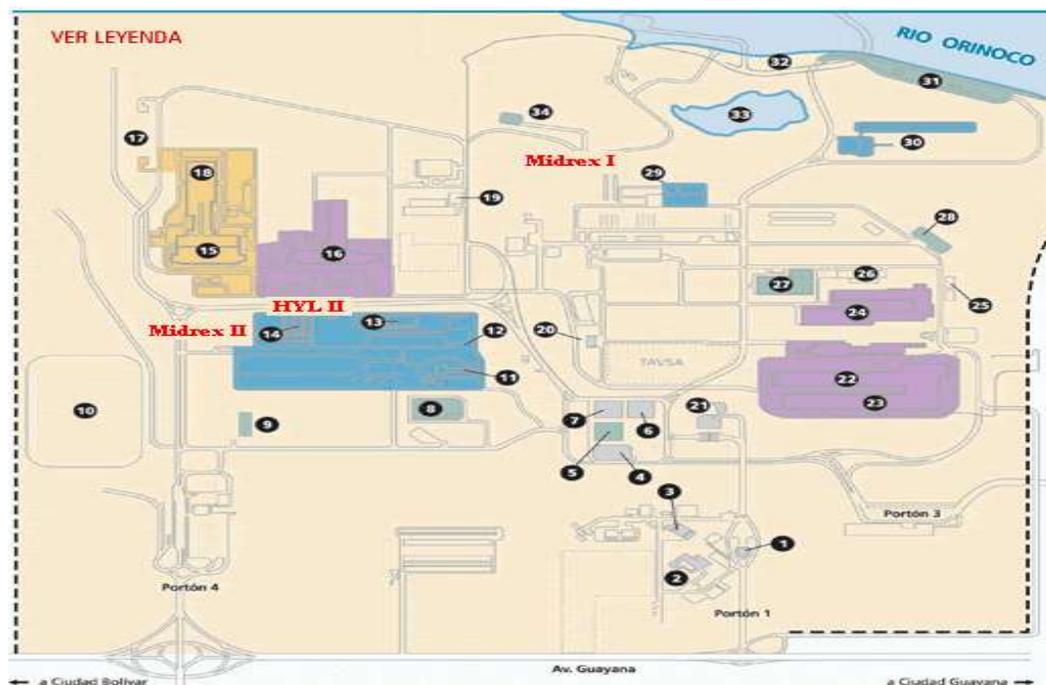


Fig. 2.14 Ubicación geográfica de las plantas de reducción directa.

2.4.5.3 Aceración y Solidificación.

Son los procesos que convierten el hierro de reducción directa HRD, en acero sólido de calidades específicas en forma de planchones, palanquillas y lingotes. En Aceración el proceso de fabricación de acero líquido es con

características químicas y metalúrgicas determinadas a partir de unidades metálicas (HRD, Briquetas y Chatarra). En Solidificación del acero el proceso es un fenómeno de nucleación y crecimiento, es decir; al alcanzar la temperatura de solidificación un conjunto de átomos continuo toma una posición fija denominada núcleo. Al solidificar, los átomos de los metales se ordenan según determinadas direcciones adoptando configuraciones geométricas definidas y distintas que lo diferencian.

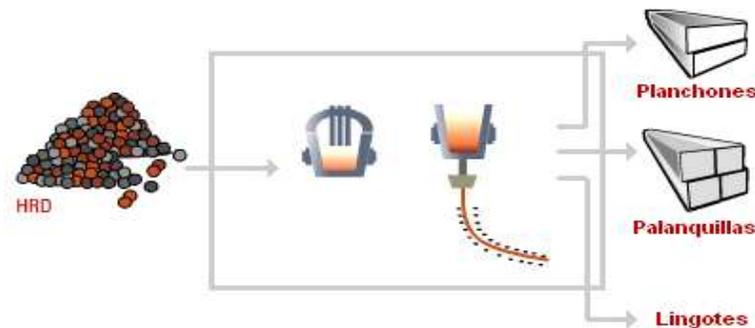


Fig. 2.15 Proceso de Aceración y Solidificación.

2.4.5.3.1 Materia Prima.

En Acería utilizan como materia prima el hierro de reducción directa HRD proveniente de las plantas de reducción directa y chatarra con un patrón de carga de 80% mínimo de HRD y 20% máximo de chatarra.

En Solidificación la materia prima que ingresa es acero líquido, con una composición química que varía en función del grado del acero.

2.4.5.3.2 Productos.

El producto de ambas Acerías es el acero líquido de bajo, medio y alto contenido de carbono, aceros API y aceros microaleados, con bajo contenido de residuales. En Solidificación los productos fabricados son lingotes, planchones y palanquillas. Los planchones y palanquillas se producen utilizando la técnica de Colada Continua y la de lingotes Vaciado por el

Fondo, en general los productos resultantes de los procesos de solidificación de aceración se denominan semiterminados. Para utilizarlos en el proceso de deformación a que serán sometidos deben cumplir una serie de requisitos de calidad siendo los principales: composición química-homogeneidad, limpieza (macro/micro), estructura de solidificación, geometría y calidad superficial.

La secuencia de operación en Aceración a diferencia de los métodos convencionales para fabricar acero es la siguiente:

- Recepción preparación de las materias primas: la recepción y preparación de la materia prima (HRD, briquetas, chatarra y cales), se realiza en tres operaciones paralelas, las briquetas y el hierro de reducción directa (HRD) llegan desde las plantas de reducción directa, la chatarra de tipo ferroso es una de las materia prima que se carga en le horno eléctrico de Arco, la misma aporta hierro metálico para llevar a cabo el proceso de fusión. La calcinación es el proceso por el cual se efectúa la descomposición de dos materiales; la Caliza y la Dolomita.
- Fusión en Horno Eléctrico de Arco: Sidor utiliza en sus dos acerías Hornos eléctricos de corriente Alterna de tres fases de Arco Directo, en los mismos, la corriente eléctrica pasa desde los electrodos a través de un arco a la carga metálica. Los objetivos del proceso de fusión en el horno eléctrico son fundir la carga metálica, descarburar, desfosforar, controlar los residuos metálicos y calentar hasta temperatura de sangrado.
- Metalurgia Secundaria en Horno Cuchara y estación de Argón: la necesidad de maximizar la productividad mejorar la calidad del acero, desarrollar nuevas cualidades y disminuir costos, conlleva a realizar las actividades de afino del acero (metalurgia secundaria) fuera del horno, en la instalación denominada Horno Cucharada. Los

principales propósitos del proceso de metalurgia secundaria son lograr que el acero tenga características químicas acordes con las especificaciones, alcanzar la temperatura del tratamiento final, limpiar el acero y separar el baño de inclusiones.

La secuencia de operación en Solidificación es la siguiente:

- Vaciado por el Fondo: consiste en solidificar el acero líquido dentro del molde obteniéndose un lingote. Fue la técnica utilizada antes del desarrollo de la colada continua. Actualmente, es empleada para producir lingotes de gran diámetro, que no se pueden obtener por el método de colada continua.
- Colada Continua: consiste en solidificar el acero líquido de manera continua, desde la superficie al núcleo, obteniéndose un planchón en el caso de productos planos o una palanquilla en caso de productos largos.

2.4.5.3.3 Ubicación.

Las acerías de planchones y palanquillas están ubicadas en la zona centro-occidental de TERNIUM SIDOR.



Fig. 2.16 Ubicación Geográfica de las Acerías.

2.4.5.4 Laminación de Productos Planos.

La laminación plana consiste en hacer pasar un material metálico entre dos cilindros, que giran a la misma velocidad y en sentido contrario, para reducir su espesor mediante la presión ejercida por los mismos. El metal es comprimido, reducido en su sección y cambiado de forma. La deformación por laminación es plástica, es decir que las dimensiones del material obtenido se mantienen luego de cesar el esfuerzo deformante. Existen dos procesos básicos de laminación, ellos son laminación en caliente y laminación en frío.

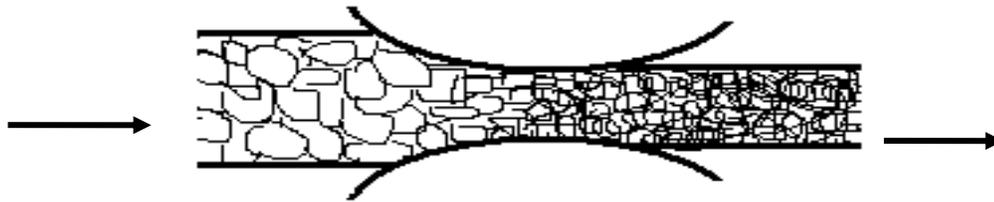


Fig. 2.17 Estructura resultante por la laminación a baja temperatura.

2.4.5.4.1 Laminación en Caliente.

Este proceso se realiza a altas temperaturas ($>850^{\circ}\text{C}$). Están orientados a bandas de mayor espesor ($>1,2\text{mm}$ o más dependiendo de la tecnología disponible); junto con elevados volúmenes de producción a costos razonables. La laminación en caliente es un tratamiento termomecánico del acero que permite laminarlo con facilidad y en grandes volúmenes para producir bandas, cuando las bandas LAC serán enviadas a laminación en frío, pasan previamente por un proceso de decapado para eliminar su óxido superficial.



Fig. 2.18 Proceso de Laminación en Caliente

2.4.5.4.1.1 Materia Prima.

La materia prima del laminador son planchones de 175 ó 200mm de espesor, ancho entre 730 y 1.265mm y largo entre 6.200 y 12.500mm. En el decapado ingresan bandas LAC de espesores entre 1.9 y 6.5mm y ancho entre 600 y 1.250mm que a la salida de las líneas pueden ser desbordeadas o canteadas.

2.4.5.4.1.2 Productos.

Los productos obtenidos son bandas LAC crudas, bandas LAC procesadas en el Skin Pass y bandas decapadas. El ancho del planchón se mantiene prácticamente constante al laminarse, entonces la reducción del espesor es inversamente proporcional al alargamiento de la banda, siguiendo la ley de volúmenes constantes:

$$\text{Espesor de Entrada} \times \text{Largo de Entrada} = \text{espesor de Salida} \times \text{Largo de Salida.}$$

Para cumplir el objetivo de esta línea se desarrollan en diferentes etapas, las cuales tienen la siguiente secuencia:

- Recalentamiento del planchón: en esta etapa, los planchones se calientan hasta alcanzar la temperatura de laminación. Los planchones entran alternadamente a los 2 hornos de recalentamiento continuo, la carga es desplazada dentro del horno por medio del movimiento relativo de las vigas que soportan la carga, mediante ellas se incorporan planchones al horno y se extraen otros mediante extractores depositados en la línea de rodillo.
- Desbastado del planchón: antes de entrar al tren desbastador, los planchones pasan por una caja descamadora con agua de alta presión, donde se realiza una limpieza superficial para desprender una laminilla de óxido que se formó durante el proceso de calentamiento. Los planchones previamente recalentados y desescamados se someten al tren desbastador conocido como IV reversible que consta de un laminador reversible con una acción de vaivén que reduce el espesor, el ensanchamiento que pueda producir el desbaste se controla o reduce mediante la acción de laminadores verticales. El planchón que ingresó con 175mm ó 200mm de espesor sale con un rango entre 28 y 34mm de espesor.
- Laminado en terminación de la banda: previo al laminado de terminación (finishing), en el tramo entre los trenes desbastador y terminador, la banda pasa opcionalmente por un túnel térmico pasivo, con el fin de minimizar la pérdida de temperatura. Luego se procede a cortar la punta de la banda que se deformó al pasar por el desbastador, en una nueva etapa de desescamado, se elimina el óxido secundario generado durante la transferencia entre el IV reversible y el continuo. El tren Terminador de seis bastidores, reduce

paulatinamente el espesor de la banda en caliente al espesor final requerido.

- **Enfriamiento:** la temperatura de la banda al salir del último bastidor o temperatura final de laminación (TFL), esta alrededor de los 850°C. para lograr las propiedades mecánicas requeridas, la banda debe ser sometida a un enfriamiento forzado. Este se realiza con agua en flujo laminar (uniforme y a baja presión) aplicado a ambas caras de la banda mediante una mesa de enfriamiento.
- **Enrollado:** existen tres mandriles enrolladores que trabajan alternativamente. Para cada tipo de acero y espesor de la banda se requiere una temperatura y una tensión de enrollado: a mayor dureza del acero y mayor espesor, mayor será la potencia a utilizar para enrollar la banda.
- **Flejado e Identificado:** con el carro extractor la bobina es trasladada hasta la silla volcadora, con la cual se gira la bobina colocándola con eje vertical sobre la cadena de transporte, de allí la bobina es trasladada hasta la posición de flejado, el cual consiste en atar la bobina con una cinta metálica con su circunferencia de manera de evitar que las espiras se separen del cuerpo de la bobina.

2.4.5.4.1.3 Decapado.

El decapado es el proceso que permite el óxido superficial de la banda LAC (bobinas negras) mediante una reacción química a través de la inmersión de la banda en una solución de ácido clorhídrico.

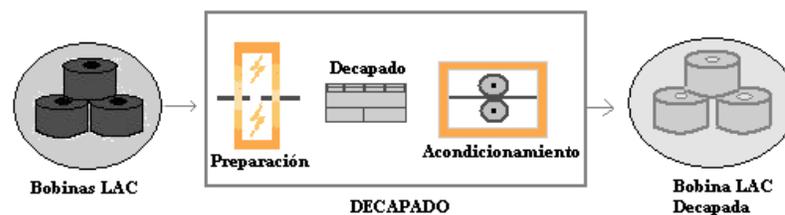


Fig. 2.19 Proceso de Decapado.

La secuencia de operaciones del proceso de decapado es:

- Preparación de la banda: las bobinas son colocadas en un mandril desenrollador y pasan por la niveladora. A consecuencia de esto, la laminilla de óxido se rompe o quiebra, facilitando la acción posterior de la solución decapante. Para poder efectuar el proceso de decapado, es necesario arrastrar la banda a todo lo largo de la línea, esto se logra uniendo la cabeza de la bobina entrante con la cola de la anterior que esta siendo procesada, el objeto es almacenar la banda para mantener la continuidad operativa en la etapa siguiente, transporte a los decapados.
- Decapado: la banda pasa por cuatro tanques tapados que contienen soluciones de ácido clorhídrico (HCL) en agua en concentraciones variables, a una temperatura aproximadamente de 80°C. estas soluciones atacan a los óxidos de la banda, produciendo una reacción química que los desprende. Una vez decapada la banda, pasa por unos tanques donde se lava por medio de rociadores con agua. Después se lava con agua caliente (aprox. a 90°C) en otro tanque para eliminar todo resto de ácido de la banda.
- Acondicionamiento de la banda: la banda limpia de óxido (Banda Blanca) es ajustada la ancho requerido (corte de borde) esto se realiza por le corte, con dos cizallas circulares, a ambos lado de la banda. Luego se aceita a ambas caras para protegerla de nuevas oxidaciones. Por medio de una cizalla se separan las bobinas en cada soldadura de entrada. Luego se enrollan, flejan, identifican y almacenan. La bobina decapada puede comercializarse como un producto final o continuar al laminador tandem.

2.4.5.4.1.4 Ubicación.

Las instalaciones donde se lleva a cabo el proceso de Laminación en Caliente se encuentra en la zona centro oriental de TERNIUM SIDOR.

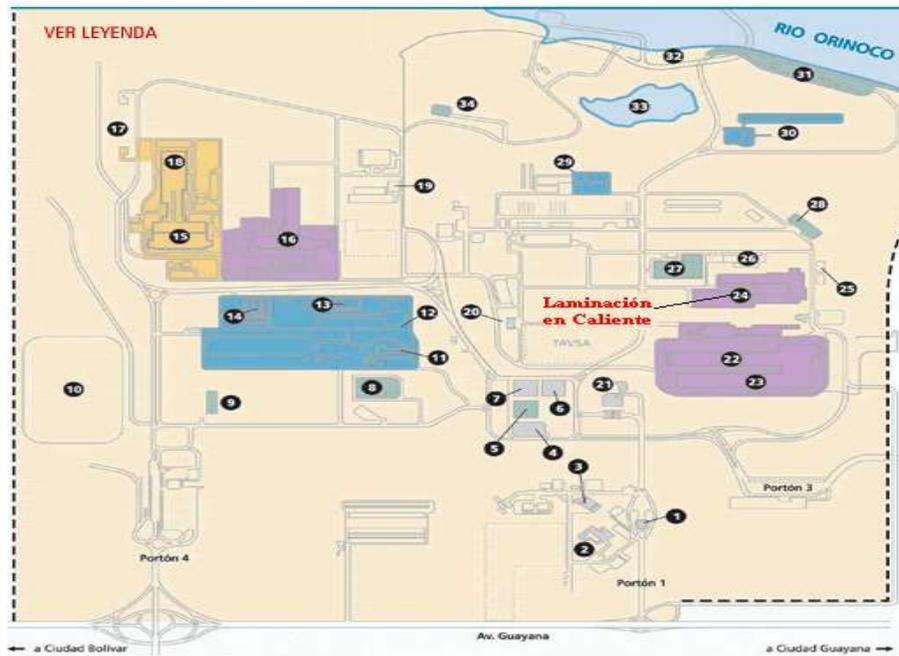


Fig. 2.20 Ubicación geográfica de Laminación en Caliente.

2.4.5.4.2 Laminación en Frío.

Se realizan a temperatura cercana a la ambiente. Están orientados a obtener productos de menor espesor (generalmente menor a 2,5mm), mayor calidad superficial y tolerancia dimensionales más estrechas, es decir; las operaciones que se realizan en el área de Laminación en frío tienen como objetivo obtener, a partir del laminado en caliente Decapado, materiales de espesores menores con propiedades mecánicas y acabados superficiales que permitan su aplicación industrial.

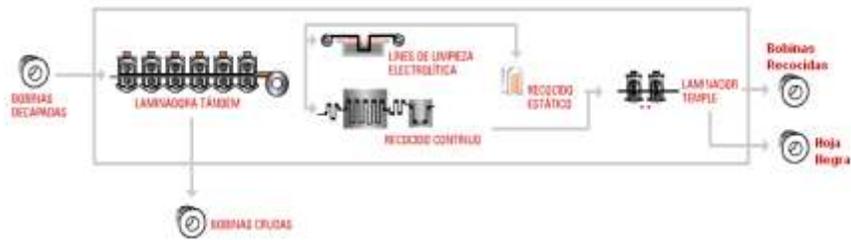


Fig. 2.21 Proceso de Laminación en Frío.

2.4.5.4.2.1 Materia Prima.

Se emplean bobinas laminadas en caliente decapadas con espesores entre 1.90 y 4.50mm y ancho entre 600 y 1.250mm.

2.4.5.4.2.2 Productos.

Los productos de laminación en frío son:

Bobinas LAF crudas	Son las bobinas previamente decapadas que salen del proceso de laminación en el tandem.
Bobinas LAF recocidas	Una vez que salen del tandem como bobinas crudas, continúan en el proceso hasta el temple donde se producen bobinas recocidas.
Hoja negra	Es el material recocido y templado que posteriormente pasará por la líneas de recubiertos.

2.4.5.4.2.3 Ubicación.

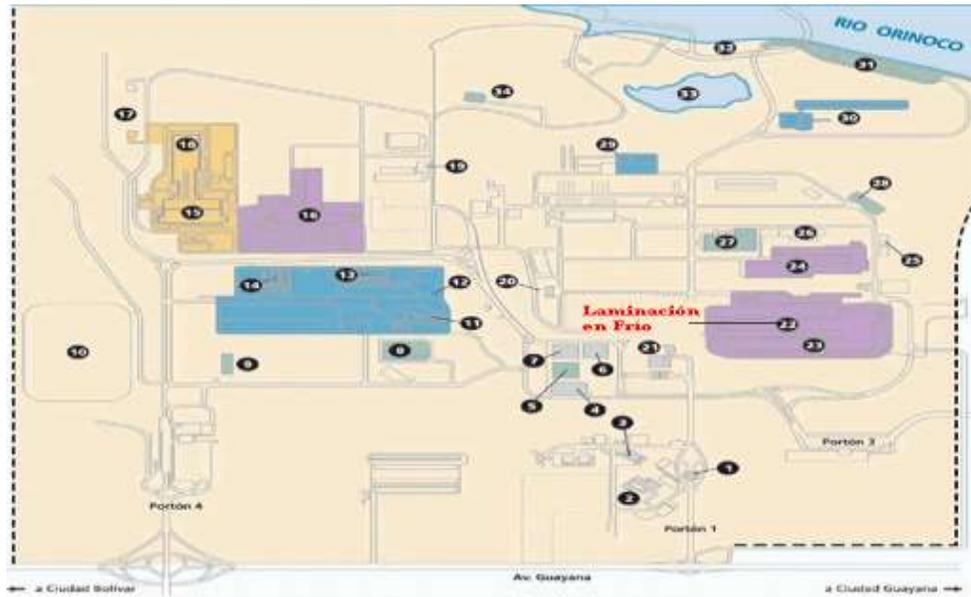


Fig. 2.22 Ubicación geográfica de Laminación en frío.

2.4.5.4.3 Recubiertos de Productos Planos.

Los recubrimientos en Sidor son tratamientos tipo barrera que protegen a los productos de la corrosión, permiten aprovechar sus características de resistencia mecánica, conformabilidad y soldabilidad y mejoran su aspecto. En Sidor se realizan dos tipos de recubrimiento; estañado y cromado.



Fig. 2.23 Visión general de los procesos de recubiertos.

2.4.5.4.3.1 Materia Prima.

La materia prima esta constituida por las bobinas preparadas (bobinas en frío recocidas, templadas y con bordes cortados) de espesores entre 0,18mm y 0,55mm y anchos entre 650mm y 970mm.

2.4.5.4.3.2 Productos.

El producto en caso de estañado electrolítico la Hojalata y en el caso del cromado electrolítico la Hoja Cromada. Las recubiertas mantienen las mismas dimensiones de la bobina preparada ya que los espesores de los recubrimientos electrolíticos son ultrafinos.

Las etapas del estañado electrolítico para la elaboración de sus productos es la siguiente:

- Entrada: las bobinas son tomadas del patio de bobinas preparadas y cargadas al puente de entrada de acuerdo a un cono de proceso, se acondiciona la punta para ser soldada a la bobina anterior, lo que es necesario para mantener la continuidad del proceso, luego pasa por una torre de compensación de entrada que acumula la máxima cantidad de material antes de iniciar la soldadura, para permitir que la soldadura se realice ya que este es un proceso estático y como el revestido es un proceso que no se puede detener la torre de compensación suministra el material para que el recubrimiento se realice de forma continua.
- Pre proceso: una vez establecida la continuidad en la sección de entrada, la banda pasa por la sección de entrada, la banda pasa a la sección de limpieza donde es despojada de la suciedad superficial que pueda haber adquirido en las etapas y almacenamiento previo, esto se logra haciendo pasar la banda por un baño alcalino caliente

seguido por un baño alcalino caliente pero esta vez con efecto electrolítico, luego la banda es enjuagada por inmersión en agua caliente y por rociado a presión, para retirar residuos jabonosos. Luego la banda ingresa al proceso de decapado en donde se elimina el óxido y se activa la superficie con la aplicación de una solución de ácido sulfúrico.

- Proceso: la banda ya preparada superficialmente, pasa a la sección de recubrimiento o proceso propiamente dicho, donde en cubas electrolíticas que contienen un baño de patente Ferrostán, es recubierta con estaño, el recubrimiento de electroestañado, se realiza con base en el fenómeno de electrólisis. Cuando la banda sale del último tanque de estañado entra a los tanques de enjuague, que contienen agua de condensado acidificada, a fin de lavarla y recuperar resto de electrolito que son arrastrados por la superficie humedecida con electrolito. Luego la banda será secada al hacerla pasar primero por unos rodillos exprimidores y luego entre un conjunto de sopladores de chorros de agua caliente para evaporar los residuos de humedad.
- Post proceso: la hojalata pasa a la sección de tratamiento químico donde se le hace una oxidación controlada llamada Pasivado, el cual es el tratamiento para que la superficie de la hojalata sea más resistente a la corrosión ambiental y para adherencia del recubrimiento orgánico, luego la hojalata ya pasivada, ingresa a la sección de enjuague de tratamiento químico, que contiene agua desmineralizada caliente, al fin de lavarla y recuperar resto de electrolito. La banda será secada al hacerla pasar primero entre unos rodillos exprimidores que escurren el exceso de líquido sobre la superficie de la banda y luego entre unos sopladores de chorros de aire caliente, finalmente la banda pasa a la máquina aceitadora donde

es recubierta con una fina capa de aceite lubricante que facilita su manejo posterior.

- Salida: la torre de compensación es fundamental para las actividades de inspección y corte de la cola de la bobina, la torre acumulan el excedente de material producido mientras se realiza la inspección o corte de la cola de la bobina. Después se inspecciona la calidad superficial, dimensional y de forma a la banda. Cuando la bobina se acerca a su final, la banda es acumulada en la torre de salida para bajar la velocidad, cortar la cola de la bobina que finaliza y comenzar a formar otra nueva bobina en el enrollador disponible.

Las etapas del cromado electrolítico para la elaboración de sus productos es muy parecida ala descrita en el proceso de estañado electrolítico, solo con ciertas diferencias como lo son que en el proceso esta línea el recubrimiento se realiza con cromo, y el enjuague se utiliza agua desmineralizada en vez de agua de condensado acidificada, y en la parte del post proceso solo se aceita la bobina con Dioctil Sebacato (D.O.S) formando una capa de recubrimiento por cara.

2.4.5.4.3.3 Ubicación

El área de recubrimiento de Sidor consta de dos líneas: una para recubrimiento de estañado y otra que puede realizar recubrimiento tanto en estañado como en cromo. Las líneas de recubrimiento electrolítico se encuentran ubicadas en la planta de Laminación en frío, en la zona centro oriental de Sidor.

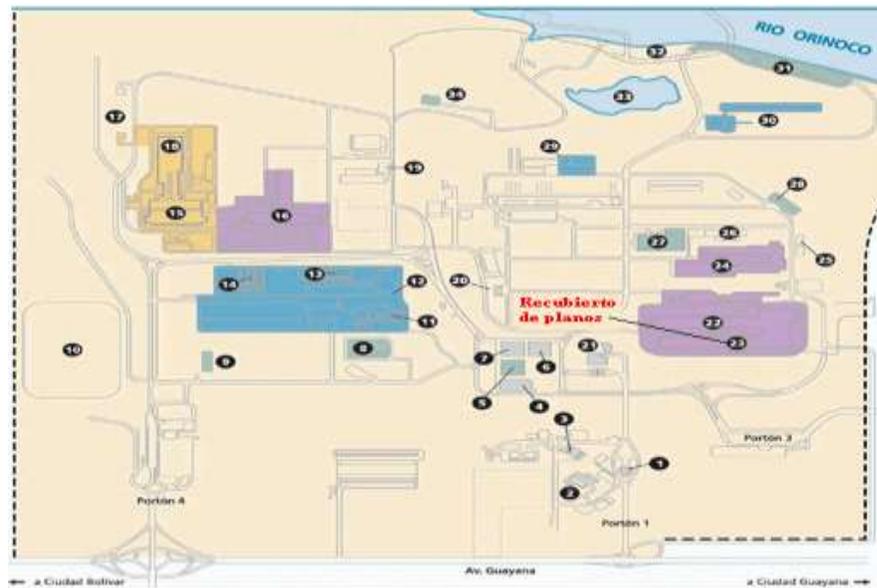


Fig.2.24 Ubicación geográfica de recubierta de planos.

2.4.5.5 Servicios de Corte de Productos Planos.

El corte es la división o separación de las partes de un material con el uso de instrumentos, en Sidor se realiza el cizallamiento del acero y luego se procede a separa en secciones una tira de metal mediante dos fases casi simultáneas: Cizallas deformación del metal (al principio elástica y luego plástica) y corte de metal, estas líneas tiene como objetivo transformar una bobina de determinada calidad en productos cortados de igual calidad, eliminar los defectos de forma que traen las bobinas de las líneas de producción y adaptar los productos a las exigencias de forma y dimensiones particulares de los clientes.

2.4.5.5.1 Materia Prima.

La materia prima de estos centros de servicios son: Bobinas en caliente, Bobinas decapadas, Bobinas en frío recocidas y Templadas, y Bobinas recubiertas.

2.4.5.5.2 Productos.

Los productos de estos centros de servicios son: Láminas en caliente, Láminas decapadas, Láminas en frío recocidas y Láminas recubiertas.

Los servicios de corte que ofrecen Sidor son los siguientes:

- Corte de bandas en caliente.
- Corte de bandas en frío recocidas y templadas.
- Corte de hojalata.

2.4.5.5.2.1 Corte de Bandas en Caliente.

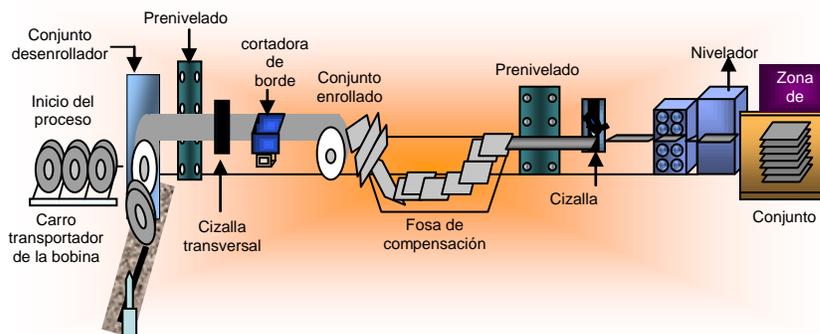


Fig. 2.25 Proceso de corte de banda en caliente.

El servicio de corte de banda en caliente que ofrece Sidor son los siguientes: tajado o reparación de la bobina y corte longitudinal y/o en láminas, las cuales se dividen en las siguientes etapas:

- Transporte de la bobina a la desbobinadora: las bobinas son colocadas con el eje en posición horizontal en el transportador de cadenas, este cuenta con una capacidad de tantas bobinas como máximo, luego el transportador de cadenas mueve las bobinas hasta que la primera queda en posición de espera, el carro porta-bobinas que se encuentra debajo de ella, la levanta y desplaza hasta que queda delante de la desbobinadora.
- Desbobinado: la bobina es introducida en el rodillo aprisionador y luego empieza a girar para desenrollarse, luego el rodillo se cierra, los rodillos de arrastre pasan por la banda para llevarla de la forma curva a la plana.
- Nivelación: la banda ingresa a la banda niveladora y pasa por un arreglo de cinco rodillos superiores e inferiores que corrigen los defectos de forma de la bobina a través de la tracción. La niveladora debe ser regulada las condiciones de la banda, para que se obtengan mejores resultados de calidad superficial y propiedades conforme a la aplicación final de la banda.
- Corte: la cizalla de despunte llega donde se corta transversalmente el borde frontal de la banda, si el cliente requiere de bobinas de bordes cortados la banda pasa por un desbordador donde se le cortan los bordes longitudinales.
- Enrollado: la banda pasa por un rodillo tensor que le proporciona la tensión para el enrollado adecuado, en la mesa transferidora lleva la punta de la banda al mandril enrollador donde la banda es llevada de la forma plana a la curva, si la línea produce láminas o el cliente requiere que la bobina tenga un ancho específico, pasa a unas siguientes etapas que son; nivelación donde se corrigen los defectos de forma de las bobinas a través de la tracción de rodillos superiores e

inferiores; corte donde una traccionadora colocada delante de la cizalla introduce la banda a esta ultima, la banda es cortada según unas especificaciones requerida por una cizalla volante y un rodillo de medición determina la longitud a la que se debe cortar; e inspección donde en la cinta la transportadora se verifica la calidad de las láminas y luego se determina a cual máquina apiladora serán enviadas las láminas.

- Apilado y Embalaje: dos apiladores almacenan las láminas, bordes sobre bordes, entre topes y paredes laterales ajustables, los paquetes de láminas son evacuados lateralmente de los apiladores a los caminos de rodillos dispuestos a la salida, los paquetes son pesados en la balanza y embalados con ayuda de una grúa uno a uno.

2.4.5.5.2 Corte de Bandas en Frío Recocidas y Templadas.

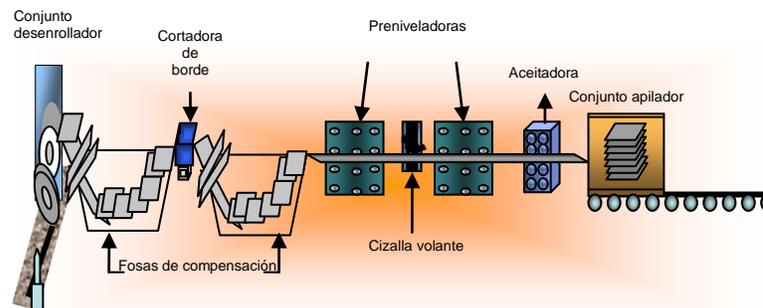


Fig. 2.26 Proceso de corte de banda en frío.

Los cortes de banda en frío que ofrece Sidor son los siguientes: Corte longitudinal y de borde, y los Cortes en láminas, las cuales se dividen en las siguientes etapas:

- Transporte de la bobina a la desbobinadora: la bobina se coloca sobre el puente de la línea por la grúa, siendo desplazada hacia el mandril desenrollador por medio de un carro transportador.

- Desbobinado: una vez colocada la bobina en el mandril este empieza a girar lentamente para enhebrar la banda en línea llevándola de la forma curva a la plana, luego pasa por los rodillos de arrastre N°1, Fosa de compensación N°1, Rodillo de arrastre N°2 que permiten establecer la tensión necesaria en la banda para llevarse a cabo el proceso.
- Corte de borde: si el cliente requiere bobinas de borde cortados, la banda pasa por una cizalla de bordes donde se le cortan los bordes longitudinales.
- Nivelación: luego de pasar por la fosa de compensación N°2 y los rodillos de arrastre, la banda ingresa en una Preniveladora que corrigen los defectos de forma de las bobinas a través de la tracción, esta actúa como suministrador de material a la cizalla en cantidad y velocidad necesaria para dar el corte en la longitud requerida.
- Corte en láminas: la banda llega a la cizalla volante, esto se realiza de forma manual. Las bandas son cortadas en forma de láminas y pasan por la niveladora donde se les elimina las ondulaciones generadas en procesos anteriores, proporcionándole la planeza requerida.
- Aceitado: las láminas son requeridas con una película delgada de aceite, el cual se aplica a la banda mediante un rodillo aceitador de fieltro antes de ser apiladas al final de la línea.
- Apilado y embalaje: en el conjunto apilador, se almacenan las láminas, borde sobre borde, entre topes y paredes laterales ajustables, una vez apilado en paquetes el material de peso predeterminado son embalados para su posterior despacho.

2.4.5.5.2.3 Corte de Hojalata.

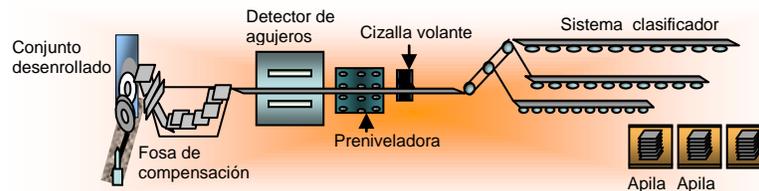


Fig. 2.27 Proceso de corte de Hojalata.

Los servicios de corte de hojalata que ofrece Sidor son los siguientes: corte longitudinal y Corte en láminas. Las etapas para la realización de estos servicios son:

- Transporte de la bobina a la desbobinadora: el carro porta-bobinas que se encuentra debajo de la bobina, la levanta y desplaza hasta que queda delante de la desbobinadora.
- Desbobinado: la bobina empieza a girar para que se desenrolle, cuando la punta de la bobina es introducido en el rodillo aprisionador, el rodillo se cierra, los rodillos de arrastre pasan por la banda para llevarla e la forma curva a la plana, luego pasa por una fosa de compensación que permite establecer la tensión necesaria en la banda para llevarse a cabo el proceso.
- Nivelación: desde la mesa transferidora la banda pasa a una nivelación, donde se corrigen los defectos de forma de las bobina a través de la tracción de los rodillos superiores e inferiores, esta debe ser regulada a las condiciones de la banda, para que se obtengan mejores resultados de calidad superficial y propiedades conforme a la aplicación conforme a la banda.
- Corte: una traccionadora ubicada delante de la cizalla introduce la banda a esta última, la banda es cortada según la dimensión

requerida por una cizalla Hallden, el sistema Micromatic controla la longitud a la que se debe cortar.

- Inspección: en la cinta transportadora se verifica la calidad de las láminas, luego se determina a cual maquina apiladora serán enviadas las láminas. En caja 1 se envía el material chatarra, caja 2 el material de ajuste, caja 3 y 4 material estándar.
- Apilado y embalaje: dos apiladores almacenan las láminas, borde sobre borde, entre topes y paredes laterales ajustables, los paquetes de láminas son evacuados de los apiladores a los caminos de rodillo dispuesto en la salida, los paquetes son pesados en la balanza y embalados con ayuda de una grúa uno a uno.

2.4.5.5.3 Ubicación.

Este proceso de Corte se realiza en las áreas de Caliente, Frío y Recubiertos en Sidor.

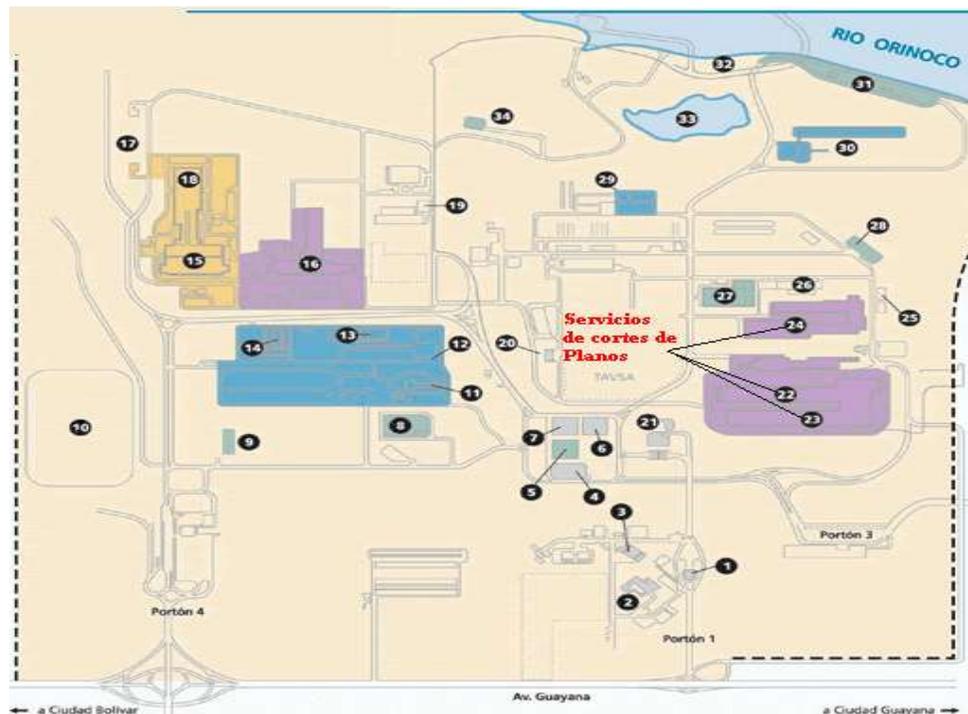


Fig. 2.28 Ubicación geográfica de servicios de corte de productos planos.

2.4.5.6 Laminación de Productos Largos.

La laminación de productos largos consiste en reducir la sección transversal de la palanquilla proveniente de la colada continua, para transformarla en alambρόn, barras y rollos de aceros con resaltes. Esto se realiza a través de una deformación mecánica a alta temperatura y un enfriamiento forzado posterior para lograr una micro estructura y propiedades mecánicas en función del uso final.



Fig. 2.29 Visión general del proceso de productos largos.

2.4.5.6.1 Materia Prima.

La materia prima en la laminación de los productos largos son las palanquillas.

2.4.5.6.2 Productos.

En el tren de barras se obtiene “Barras con resaltes”. Son productos de acero de sección circular con protuberancias (resaltes) en su superficie, utilizada en la industria de la construcción para proporcionales a las barras mayor resistencia y en el concreto armado le da características de adherencia.



(a)



(b)

Fig. 2.30 Trenes de barras y alambIÓN.

2.4.5.6.2.1 Fabricación de Barras.

Las etapas de la fabricación de barras son: Calentamiento, Laminación y Enfriamiento.

- Calentamiento: el objetivo del horno de calentamiento es lograr que el material adquiera la temperatura adecuada para ser procesada de manera homogénea en todas sus caras. La temperatura del producto es una variable muy importante a controlar porque puede incidir sobre la carga consumida por los motores de los bastidores o de los productos terminados. El horno es de tipo “vigas galopantes”, funciona como una mesa móvil que sube, desplaza y baja las palanquillas transversalmente. Este ciclo se repite hasta que la palanquilla finaliza su recorrido y alcance la temperatura de laminación del producto.
- Laminación: consiste en la deformación plástica en pasadas sucesivas a través de cilindros de laminación que gradualmente le reduce la sección transversal y la aumenta la longitud, hasta finalmente llegar a la forma deseada. Existen dos tecnología distintas para el laminado; el convencional y el dividida (slitting), la diferencia entre ambas son

básicas, los productos fabricados y el arreglo de los bastidores para cada sección del proceso.

- Enfriamiento: las barras son sometidas a un enfriamiento forzado para obtener las propiedades mecánica requerida. La secuencia de operaciones es la siguiente, una vez que el material sale de la cizalla se traslada por una vía de rodillos a las mesas de enfriamiento, una serie de ventiladores sobre la parte inferior de la cama de enfriamiento permite lograr una cadencia adecuada de la temperatura para que ocurran las transformaciones necesarias y se desarrollen las propiedades mecánicas del diseño llevando las barras con resaltes a temperatura ambiente, para su mejor manejo, las barras se cortan de acuerdo a las longitudes comerciales u otra longitud requerida.

2.4.5.6.2.2 Fabricación de Alambrón.

Las etapas de la fabricación de alambrón son: calentamiento, laminación y enfriamiento.

- Calentamiento: el objetivo del horno de calentamiento es lograr que el material adquiera la temperatura adecuada para ser procesada de manera homogénea en todas sus caras. La temperatura del producto es una variable muy importante a controlar porque puede incidir sobre la carga consumida por los motores de los bastidores o de los productos terminados. El horno es de tipo “vigas galopantes”, funciona como una mesa móvil que sube, desplaza y baja las palanquillas transversalmente. Este ciclo se repite hasta que la palanquilla finaliza su recorrido y alcanza la temperatura de laminación del producto.
- Laminación: la palanquilla es deformada plásticamente en pasadas sucesivas a través de cilindros y laminadores que gradualmente reducen la sección de la forma ovalada a la circular hasta llegar a la

sección final deseada. El tren de laminación se compone de veinticinco bastidores distribuidos en tres secciones, ten desbastador, tren intermedio y tren terminador.

- **Enfriamiento:** el alambón es sometido a un enfriamiento forzado para obtener las propiedades mecánicas requeridas. El alambón pasa a través de cajas de enfriamiento con agua. El agua se agrega a alta presión contra la superficie del alambón removiendo además, residuos calcáreos, el alambón pasa de un movimiento rectilíneo a circular a través del tubo formador de espiras adoptando la forma de espiras circulares, las espiras caen en el formador de rollo y a través de la vela adquiere su forma cilíndrica y es transportado hacia la zona de corte de muestra e inspección.

2.4.5.6.3 Ubicación.

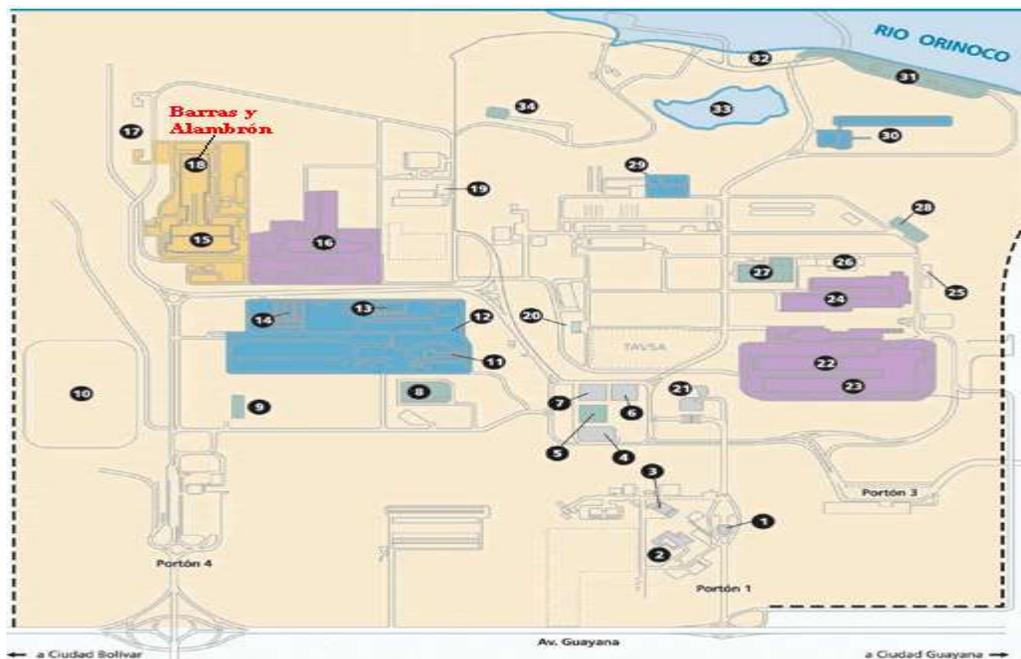


Fig. 2.31 Ubicación geográfica de las líneas de barras y alambón.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Ingeniería de métodos

Es el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten la realización del trabajo y que permitan que éste se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la Ingeniería de Métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

Para desarrollar un centro de trabajo, fabricar un producto o proporcionar un servicio, el Ingeniero de Métodos debe seguir un procedimiento sistemático, el cual comprenderá las siguientes operaciones:

- Selección del proyecto.
- Obtención de los hechos.
- Presentación de los hechos.
- Efectuar un análisis.
- Desarrollo del método ideal.
- Presentación del método.
- Implantación del método.
- Desarrollo de un análisis de trabajo.

- Establecimiento de estándares de tiempo.
- Seguimiento del método.

3.2 Medición del Trabajo

3.2.1 Definición

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado o una máquina, en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. Se utiliza también para establecer tiempos tipo para la realización de un trabajo.

3.2.1.1 Procedimiento básico para la medición del trabajo

1. Selección del trabajo que se va a estudiar.
2. Registro de todos los datos, los métodos y los elementos de trabajo pertinentes.
3. Examen de los datos registrados y preparación de una clasificación detallada para asegurarse de que se están utilizando los métodos y movimientos más eficaces, separación de los elementos improductivos de los productivos.
4. Medición de la cantidad de trabajo que corresponde a cada elemento en tiempo.
5. Compilación o cálculo del tiempo tipo o normal de operación.
6. Definición exacta de la serie de actividades y los métodos de funcionamiento con respecto a los cuales se ha compilado el tiempo y se ha calculado el tiempo normal para las actividades y los métodos especificados.

3.2.1.2 Registro de la información

- Estudio a realizar.
- Producto/servicio.
- Proceso, método, instalación, equipo.
- Operario.
- Duración del estudio.
- Condiciones físicas de trabajo.
- Ejecución del estudio.

3.2.1.3 Elementos generales

- **Selección del operario:** Es el primer paso a realizarse. Debe ser un operario promedio consistente y sistemático con un ritmo de trabajo promedio normal, que permita aplicar adecuadamente el factor de la actuación. Debe estar entrenado, familiarizado con el método de trabajo.
- **Análisis del trabajo:** Consiste en realizar análisis y registros suficientes para poder comenzar el estudio de tiempos. Analizar a través de croquis o diagramas los recorridos, la secuencia de los movimientos, la ubicación de los materiales y los diagramas en general. Determinar los elementos básicos, los movimientos fundamentales, tipo de material a usar y analizar el método, para verificar que no existen deficiencias, antes de realizar el cronometraje.
- **Descomposición del trabajo en elementos:** Consiste en subdividir el ciclo de trabajo en fases de actividad moderadamente cortas.
- **Registro de los valores elementales trascurrido:** Consiste en identificar la operación, el operario y el producto estudiados. Debe anotarse

toda la información relacionada con las máquinas, herramientas de mano, dispositivos, materiales, operaciones ejecutadas, información del operario, departamento, etc.

- Calificación de la actuación del operario (subjetivo).
- Asignación de los márgenes apropiados (tolerancias).
- Ejecución del estudio.

3.2.2 Técnicas más utilizadas en la medición del trabajo

3.2.2.1 Muestreo del trabajo

Es una técnica para determinar el porcentaje de aparición de una actividad determinada o una estimación del tiempo que se dedica al desempeño de ésta, basándose en los resultados de una serie de observaciones, de corta duración y al azar, que se llevan a cabo durante cierto periodo. Las observaciones, además de ser realizadas en momentos escogidos al azar, deben ser muchas para aumentar el nivel de seguridad de resultados de la encuesta.

3.2.2.2 Estudio de tiempos

Es una técnica que permite determinar el tiempo de realización de una actividad en condiciones normales de trabajo para un operario promedio y con un ritmo fácil o una velocidad normal, para disminuir o retardar la fatiga, considerando los retrasos personales e inevitables (atribuidos al proceso).

Realizar el estudio de tiempos requiere el siguiente material básico:

- Un cronómetro.
- Un tablero de observaciones.
- Formularios de estudios de tiempo.
- Calculadora e instrumentos de medir, según el trabajo a estudiar.

3.2.2.2.1 Etapas del estudio de tiempos

3.2.2.2.1.1 Tiempo Estándar

Es una función de la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método o equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de habilidad específica y una aptitud promedio para el trabajo. Es el tiempo requerido para que el operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en estándares de tiempo. El tiempo estándar tiene los siguientes propósitos:

1. Base para el pago de incentivos.
2. Denominador común para la comparación de diversos métodos.
3. Medio para asegurar una distribución de espacio disponible.
4. Medio para determinar la capacidad de la planta.
5. Base para la compra de equipos nuevos.
6. Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
7. Mejoramiento del control de la producción.
8. Control exacto y determinación del costo de la mano de obra.
9. Base para primas y bonificaciones.
10. Base para el control presupuestal.
11. Cumplimientos de las normas de calidad.
12. Simplificaciones de los problemas de dirección de la empresa.

Una vez elegido el trabajo que se va a analizar, el estudio de tiempos suele constar de las etapas siguientes:

- a. **Obtener y registrar la información:** obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.

- b. **Comprobar el método:** antes de emprender el estudio es importante comprobar el método empleado por el operario. Se debe realizar una descripción completa del método utilizado y luego comparado con lo que se especifica en la hoja de instrucciones, para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos.
- c. **Descomponer la operación en elementos:** después de comprobar que el método que se utiliza es adecuado o el mejor en las circunstancias existentes, se debe descomponer la operación en elementos. Se debe tomar en cuenta que el ciclo de trabajo empieza al comienzo del primer elemento de la operación o actividad y continúa hasta el mismo punto en una repetición de la operación o actividad.
- d. **Determinar el tamaño de la muestra:** se trata de determinar el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados. Es importante que las observaciones se hagan durante cierto número de ciclos, a fin de tener la seguridad de que podrán observarse varias veces los elementos causales.
- e. **Realizar cierto número de observaciones basadas en un método estadístico:** las observaciones a realizarse deben estar basadas en un método estadístico que permita determinar la validez del estudio.
- f. **Medir el tiempo de cada elemento:** utilizar un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro, y registrar el tiempo invertido por el operario o la máquina en llevar a cabo cada elemento de la operación.

Existen dos procedimientos principales para tornar el tiempo con cronómetro:

- **Cronometraje acumulativo:** el reloj funciona de forma ininterrumpido durante todo el estudio; se pone en marcha al principio del primer

elemento y no se lo detiene hasta acabar el estudio. Al final de cada elemento se apunta la hora que marca el cronómetro, y los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio. Con este procedimiento se tiene la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación.

- **Cronometraje con vuelta a cero**: los tiempos se toman directamente; al acabar cada elemento se hace volver el segundero a cero y se pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente.

- g. **Determinar la velocidad de trabajo efectiva del operario (Cv)**: se debe disponer de algún medio para evaluar el ritmo de trabajo del operario en estudio y situarlo con relación al ritmo normal. De esta manera se tiene que valorar el ritmo de trabajo; es justipreciarlo no por correlación con la idea que se tiene de que es el ritmo tipo. La valoración tiene como fin determinar, a partir del tiempo que invierte realmente el operario observado, cuál es el tiempo tipo que el trabajador calificado medio puede mantener, por consiguiente lo que debe determinar el analista es la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con su propia idea de velocidad normal. La calificación se realiza durante la observación de los tiempos elementales, el analista debe evaluar la velocidad, la destreza, la carencia de falsos movimientos, el ritmo, etc. la coordinación y efectividad deben ajustarse a los resultados o a la actuación normal.

La calificación son los procedimientos que se utilizan para ajustar los valores de tiempos observados en forma tal que corresponda con los tiempos requeridos para que el operario normal, ejecute una tarea.

Métodos par la determinación de la calificación de la velocidad:

g.1 **Westinghouse (más utilizado):** consiste en evaluar de manera visual y objetiva como es la actitud y aptitud del operario en la realización de sus actividades mediante cuatro factores, descritos a continuación determinando así la categoría, la clase y la puntuación respectiva, el valor total corresponderá a la suma algebraica de dichos factores.

- **Habilidad:** pericia en seguir un método, se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes como coordinación natural y ritmo de trabajo, aumenta con el tiempo.
- **Esfuerzo:** demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia, rapidez con la que se aplica la habilidad, está bajo control del operario.
- **Condiciones:** aquellas que afectan al operario, los elementos incluidos en este aspecto son: ruido, temperatura, ventilación e iluminación.
- **Consistencia:** se evalúa mientras se realiza un estudio, al final, los valores elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

La evaluación de todos estos factores tiene dos componentes, uno cualitativo y otro cuantitativo.

- Westinghouse modificado.
- Calificación sistemática.
- Calificación por velocidad.
- Calificación objetiva.

h. **Convertir los tiempos observados en tiempo normal:** el tiempo normal es el requerido por un operario normal para realizar la operación cuando trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones

personales o circunstancias inevitables:

$$TN = TPS * Cv$$

TPS: tiempo promedio seleccionado

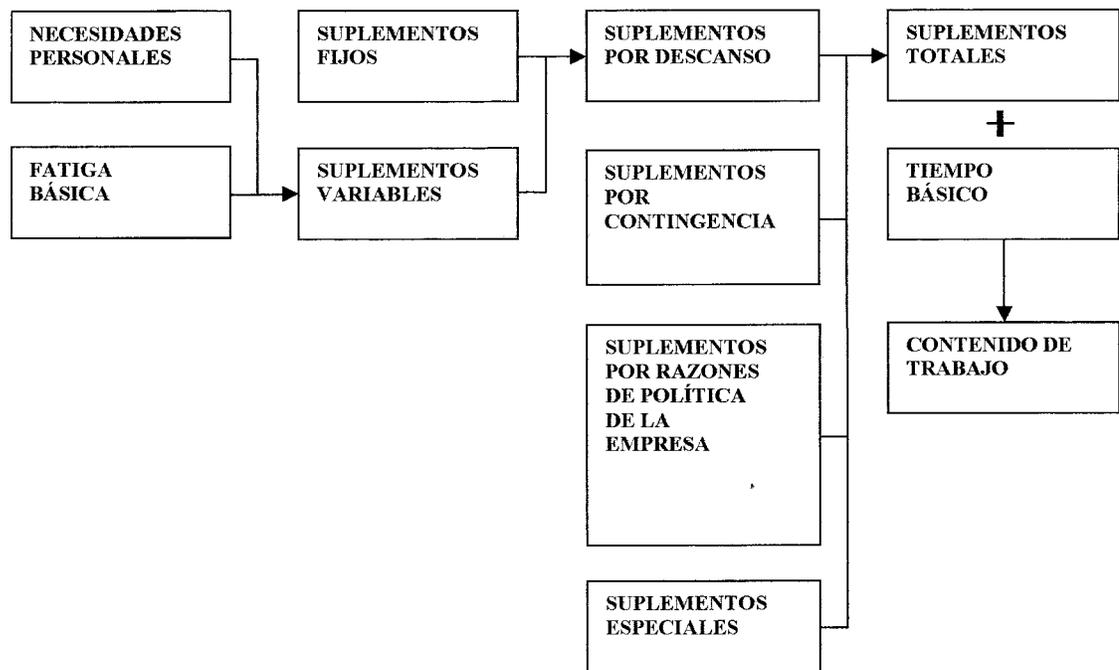
Cv: calificación de velocidad del operario

$$TPS = \frac{\sum I}{n}$$

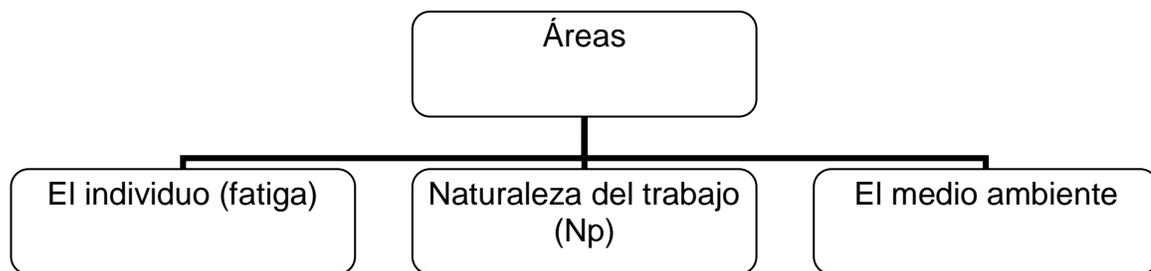
3.2.2.2.1.2 Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación (tolerancias)

La determinación de los suplementos quizás es la parte del estudio del trabajo más sujeta a controversia, debido a que es sumamente difícil calcular con precisión los suplementos requeridos para determinada tarea, por lo que se debe procurar evaluar de manera objetiva los suplementos que pueden aplicarse uniformemente a los diversos elementos de trabajo o a las diversas operaciones.

De acuerdo al modelo básico para el cálculo de los suplementos se tiene que los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos, como por contingencias, por razones de política de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones.



Los suplementos por descanso son los que se añaden al tiempo básico, para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de una actividad en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo. Los suplementos por fatiga se añaden elemento por elemento a los tiempos básicos, de modo que se calcula por separado el total de trabajo de cada elemento, y los respectivos tiempos se combinan para hallar el tiempo tipo de toda la tarea u operación. Se entiende por fatiga el cansancio físico y/o mental, real o imaginario, que reduce la capacidad de trabajo de quien lo siente. El contenido de trabajo de una tarea u operación es el tiempo básico más el suplemento por descanso, más un suplemento por trabajo adicional, o sea la parte del suplemento por contingencia que representa trabajo.



- **Propósito:** Agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tipo medio cumplir con el estándar a ritmo normal; se expresa como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se pueda ajustar fácilmente al tiempo de margen.

Si las tolerancias son demasiadas altas, los costos de producción se incrementan indebidamente y si los márgenes fueran demasiados bajos, resultarán estándares muy estrechos que causarán difíciles relaciones laborales y el fracaso eventual del sistema.

Se le debe asignar una tolerancia o margen al trabajador para que el estándar resultante sea justo y fácilmente manejable por la actuación del operario medio a un ritmo normal y continuo.

- Tipos** {
- Almuerzos, merienda, necesidades personales, retrasos evitables
 - Adicionales/extras, orden y limpieza, tiempo total de ciclo, fatiga

- **Método sistemático para asignar las tolerancias:** evaluar la forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las actividades ejecutadas por el operario, mediante un conjunto de factores los cuales poseen una puntuación según el nivel (evaluación cualitativa y cuantitativa). La sumatoria total de esos valores determina el rango y la clase en (%) a que pertenece, según la jornada de trabajo que aplique, para

asignarle un (%) del tiempo total que permita contrarrestar la fatiga.

- **Asignación de tolerancias:** los suplementos son variables porque dependen del comportamiento y características del trabajo, mientras que las fijas ya están permanentemente definidas bien sea por la empresa, gobierno o contrato colectivo.

Las categorías contingencia, política de la empresa, y especiales generalmente se expresa en porcentajes del tiempo normal.

- **Normalización de las tolerancias:** deducir de la jornada de trabajo, los tiempos por conceptos de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la jornada efectiva de trabajo, y luego se determina cual es el porcentaje que representa las tolerancias por fatiga y necesidades personales (por regla de tres).

$$JET = JT - \sum \text{tolerancias fijas}$$

3.2.3 Procedimiento estadístico para la determinación del tamaño de la muestra

Los métodos estadísticos pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras (\bar{X}) tomados de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la media de la población (μ).

- Determinar el nivel de confianza (c)
- Determinar los intervalos de confianza (I)

$$I = \bar{X} \pm \frac{tc * S}{\sqrt{n}}$$

Tal expresión supone que se conoce la desviación estándar de la población.

En general, lo anterior no se cumple, sin embargo la desviación estándar puede ser estimada mediante la desviación estándar de la muestra S , donde:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

Calcular el intervalo de la muestra (Im)

$$Im = \frac{2 * tc * S}{\sqrt{n}}$$

Criterios de decisión

- Si $Im \leq I$, aceptar
- Si $Im > I$, rechazar

Nuevo tamaño de la muestra (N')

$$N' = \frac{4 * tc^2 * S^2}{I^2}$$

Contabilizar las lecturas adicionales

$$N = N' - n$$

3.2.4 Cronometraje

- **Continuo**: sus ventajas son, que los elementos regulares y extraños se siguen etapa por etapa, y hay mayor exactitud. Sus desventajas es que existen restas sucesivas que prolongan el estudio.
- **Vuelta a Cero**: entre sus ventajas se cuenta que, se obtienen directamente el tiempo de cada elemento, y comprueba la estabilidad del

operario. En sus desventajas se cuenta con que existe pérdida de tiempo por la reacción mental, y no se registran elementos extraños.

Entre los tipos de elementos que se pudieran encontrar en la medición de tiempo se tienen: repetitivos, casuales, constantes, variables, manuales, mecánicos, extraños, y dominantes.

3.3 Muestreo del trabajo

3.3.1 Estudio de muestreo de trabajo

El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicadas a las diversas actividades que componen una tarea o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción. Esta misma información se puede obtener mediante procedimientos de estudios de tiempos. El muestreo de trabajo es un método que con frecuencia proporcionará la información con mayor rapidez y a un costo considerablemente menor que por técnicas cronométricas.

Al llevar a cabo un estudio de muestreo de trabajo el analista realiza un número de observaciones comparativamente grande a intervalos al azar. La relación del número de observaciones de un cierto estado de actividad al número total de observaciones efectuadas, dará aproximadamente el porcentaje de tiempo que el proceso está en ese estado de actividad.

La exactitud de los datos determinados por muestreo de trabajo depende del número de observaciones, y a menos que el tamaño de la muestra sea de la magnitud suficiente, ocurrirán resultados inexactos e incorrectos.

3.3.2 Ventajas del muestreo del trabajo

El método de muestreo de trabajo tiene varias ventajas sobre el de obtención de datos por el procedimiento usual de estudios de tiempos. Tales ventajas son:

1. No requiere observación continua por largo tiempo por parte del analista.
2. El tiempo de trabajo de oficina disminuye.
3. Produce poca interferencia con la rutina normal del operario.
4. El operario no está expuesto a largos periodos de observaciones cronométricas.
5. Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente.
6. Es más económico que la técnica de la observación continua.
7. Puede ser aplicado por observadores con poco entrenamiento y sin habilidad especial.
8. El número de observaciones puede ser ajustado para alcanzar los niveles deseados de precisión.
9. Es un medio efectivo de obtener hechos que no podrían ser recogidos por otros medios.
10. Produce menos angustia y agitación en la persona que esta siendo observada.

3.3.3 Teoría del muestreo de trabajo

La teoría del muestreo de trabajo se basa en las leyes fundamentales de la probabilidad. Si en un momento dado un cierto evento puede ser existente o inexistente, estadísticos han deducido la siguiente expresión que determina la probabilidad x ocurrencias de un evento en n observaciones:

$$(p + q)^n = 1$$

p = Probabilidad de una ocurrencia o suceso.

$q = (1 - p)$ probabilidad de que no haya ocurrencia.

n = Número de observaciones.

Si la expresión anterior $(p + q)^n = 1$ se desarrolla por el teorema del binomio de Newton, el primer término del desarrollo dará la probabilidad de $x = 0$, el segundo término, la de $x = 1$, y así sucesivamente. La distribución de estas probabilidad se conoce como distribución binomial. Los estadísticos han demostrado también la media de esta distribución es igual a np y que la variancia es igual a npq . La desviación estándar es, desde luego, igual a la raíz cuadrada de la variancia.

La estadística elemental dice que a medida que n aumenta, la distribución binomial tiende a la distribución normal. Puesto que los estudios de muestreo de trabajo implican tamaños de muestra bastante grandes, la distribución normal es una aproximación satisfactoria de la distribución binomial.

Las hipótesis fundamentales de la teoría binomial son que p , la probabilidad de que se presente el evento (la ocurrencia de un tiempo muerto), es constante para cada momento al azar en que se observa el proceso. Por consiguiente, siempre es necesario llevar a cabo observaciones al azar cuando se efectúa un estudio de muestreo de trabajo. Por tanto, se reduce la predisposición o sesgo introducido por la anticipación de tiempos de observación por el trabajador.

3.3.4 Presentación del muestreo de trabajo para su aprobación

Antes de iniciar un programa de muestreo de trabajo, es conveniente que el analista logre que se apruebe el empleo y la confiabilidad de este medio, por todas las personas miembros de la organización que será afectada por los resultados. Si el programa ha de ser utilizado para establecer tolerancias, se deberá tener la aceptación del sindicato y del supervisor, así como de la

dirección de la compañía. Esto se puede lograr realizando varias breves sesiones de exposición del sistema a representantes de las diversas partes interesadas, donde se expliquen ejemplos de la ley de la probabilidad, ilustrando así por qué son válidos los procedimientos de proporción de demoras. Los organismos sindicales, así como los trabajadores, verán favorablemente las técnicas de muestreo de trabajo una vez que el método se haya explicado en su totalidad, puesto que el muestreo de esta clase es completamente impersonal, en él no se utiliza el cronómetro y está basado en métodos estadísticos y matemáticos aceptados.

En la sesión en la que se exponga inicialmente el muestreo de trabajo, se puede utilizar el estudio simple relativo a la tirada o volado de monedas sin 'sesgo' alguno.

3.3.5 Planeación del estudio de muestreo de trabajo

Una vez que el analista haya explicado el método y obtenido la aprobación del supervisor respectivo, estará en condiciones de realizar la planeación detallada, que esencial antes de iniciar las observaciones reales.

El primer paso es efectuar una estimación preliminar de las actividades acerca de las que se busca información. Esta estimación puede abarcar una o más actividades. Con frecuencia la estimación se puede realizar a partir de datos históricos. Si el analista no cree que pueda hacer una estimación razonable, deberá muestrear el área o las áreas de interés durante un periodo corto (dos o tres días) y utilizar la información obtenida como base de sus estimaciones.

Una vez hechas las estimaciones se debe determinar la exactitud que se desea de los resultados. Esto se puede expresar mejor como una tolerancia dentro de un nivel de confianza establecido.

Habiendo realizado una estimación preliminar de las ocurrencias en porcentaje de los elementos que se estudian, y habiendo determinado la

exactitud deseada a un nivel de confianza dado, el analista llevará a cabo ahora una estimación del número de observaciones a realizar. Sabiendo cuántas observaciones se necesitan tornar y el tiempo de que se dispone para efectuar el estudio, es posible determinar la frecuencia de las observaciones.

El siguiente paso será diseñar la forma (o tarjeta) para muestreo de trabajo a la que se tabularán los datos y los diagramas de control que se utilizarán junto con el estudio.

3.3.6 Determinación de las observaciones necesarias

Para hallar el número de observaciones que se necesitan, el analista ha de saber cuan precisos deben ser sus resultados. Cuanto mayor sea el número de observaciones tanto más válida será la respuesta final.

En procedimientos de muestreo al azar, existe siempre la posibilidad de que el resultado final de las observaciones que de fuera de la tolerancia aceptable. No obstante, los errores de muestreo disminuirán a medida que crezca el tamaño de la muestra. El error estándar de una proporción o porcentaje de muestra, como se indica en la mayor parte de los textos de estadística, se puede expresar por la ecuación.

Donde:

S = Desviación estándar de un porcentaje.

p = Proporción verdadera de ocurrencias del elemento que se busca, expresada como decimal.

n = Número total de observaciones al azar en las que se basa p.

3.3.7 Determinación de la frecuencia de las observaciones

Esta frecuencia depende principalmente del número de observaciones requeridas y del límite de tiempo para el desarrollo de los datos. Desde

luego, el número de analistas disponible y la naturaleza del trabajo a estudiar influirán también en la frecuencia de las observaciones.

Para obtener una muestra representativa es importante que se tomen las observaciones en todo momento del día laboral. Con frecuencia los analistas de muestreo de trabajo realizan observaciones a intervalos fijos. Este se denomina muestreo sistemático. Cuando los tamaños de muestreo son adecuados y los datos se obtienen sobre el intervalo total de datos, el muestreo sistemático dará resultados válidos. Por el hecho de que en su mayor parte el trabajo indirecto no tiene un ritmo fijo que pueda coincidir con el intervalo de muestreo y que los tiempos de éste no ocurrirán con gran precisión, el muestreo sistemático es suficientemente aleatorio para producir información confiable. Esto es especialmente cierto cuando se estudia un trabajo no repetitivo de ciclo relativamente largo, como el de mantenimiento.

3.3.8 Diseño de la forma tabular para muestreo de trabajo

El analista necesitará idear una forma de registro de observaciones para anotar de la mejor manera posible los datos que serán recopilados durante el estudio de muestreo de trabajo. No es posible utilizar una forma estándar, puesto que cada estudio es único desde el punto de vista del número total de observaciones necesarias, de los momentos al azar en que se harán las observaciones, y de la información que se busca. La mejor forma para el registro es la que se ajuste a los objetivos del estudio.

Algunos analistas prefieren usar una tarjeta especialmente diseñada para obtener datos de muestreo de trabajo, que permite observaciones sin el esfuerzo de atención requerido cuando se lleva un tablero de notas (clipboard).

Las tarjetas pueden ser de un tamaño tal que puedan llevarse convenientemente en un bolsillo de la carnia, o de un saco o chaqueta.

3.3.9 Empleo de los diagramas de control

Las técnicas de los diagramas de control se utilizan tan ampliamente en las actividades de control estadístico de calidad, que se pueden adaptar fácilmente para estudios de muestreo de trabajo. Como tales estudios tratan exclusivamente con porcentajes o proporciones, el diagrama 'p' se emplea con mucha frecuencia.

El primer problema encontrado en la elaboración de un diagrama de control es la elección de los límites. En general, se busca un equilibrio entre el costo de localizar una causa asignable cuando no existe ninguna, y el de no buscarla cuando existe. Como una elección arbitraria se utilizarán en todo lo que sigue los límites de tres sigmas para establecer límites de control en el diagrama 'p'.

En el trabajo de control de calidad se dice que tal diagrama indica si el proceso está en control o no. En forma semejante, el analista que efectúa un muestreo de trabajo considera a los puntos fuera de los límites de tres sigmas de p como fuera de control. Así, una cierta muestra que produce el valor de p' se supone que ha sido tomada de una población con un valor esperado de p si p' cae dentro de los límites de más o menos tres sigmas de p . Expresado de otra manera, si una muestra tiene un valor de p' que cae fuera de dichos límites de tres sigmas, se supone que la muestra proviene de una población diferente o que ha sido cambiada la población original.

3.3.10 Observación y registro de los datos

Al acercarse el analista al área de trabajo, no debe anticipar los registros que espera hacer. Debe caminar hasta un punto o una cierta distancia del equipo, efectuar su observación y registrar los hechos. Podría ser útil hacer una marca directamente en el piso para indicar dónde debe situarse el analista

antes de realizar sus observaciones. Si el operario o la máquina en estudio están inactivos, el analista debe determinar el motivo de la inactividad, comprobando dicha razón con el supervisor de la línea antes de hacer la anotación apropiada. El analista debe aprender a efectuar observaciones o verificaciones visuales y hacer las anotaciones después de haber abandonado la zona de trabajo. Esto reducirá al mínimo la sensación de ser observado que experimenta un operario, el que continuará trabajando en la forma acostumbrada.

Para tener la seguridad de que los operarios actúan como de costumbre, es aconsejable informarlos de los propósitos del estudio. El hecho de que no se utilice cronómetro tiende a eliminar de los operarios una cierta tensión mental, y se tendrá así poca dificultad en obtener su plena colaboración.

3.3.11 Muestreo de trabajo para el establecimiento de márgenes o tolerancias

Uno de los usos más extensos del muestreo de trabajo es en el establecimiento de tolerancias a emplear junto con los tiempos normales para determinar tiempos asignados. Sin embargo, la técnica se usa también para establecer estándares de producción, determinar la utilización de máquinas, efectuar asignaciones de trabajo y mejorar métodos.

La determinación de tolerancias de tiempo debe ser correcta si han de obtenerse estándares justos. Antes de la introducción del muestreo de trabajo, las tolerancias por motivos personales y demoras inevitables se determinaban frecuentemente efectuando una serie de estudios de todo el día sobre varias operaciones, y promediando luego los resultados.

3.3.12 Aplicaciones del muestreo de trabajo

- Establecimiento de tolerancia.
- Establecimiento de estándares de tiempo en trabajos indirectos.
- Determinación del porcentaje de utilización de las máquinas.
- Estimación de demoras evitables e inevitables.
- Estimación del porcentaje de utilización de herramientas.
- Medir la eficiencia de trabajos en departamentos.
- Determinación de la eficiencia del operario.
- Establecimientos de incentivos.

3.3.13 Metodología del muestreo de trabajo

1. Definir el problema.
2. Especificar los objetivos del proyecto a estudiar.
3. Descripción de los elementos a medir.
4. Aprobación del supervisor y conocimiento por parte de todos los objetivos.
5. Establecer la exactitud deseada así como el nivel de confianza.
6. Estimación preliminar del porcentaje de ocurrencia de la actividad a medir.
7. Diseñar el estudio.
8. Determinar el número de observaciones.
9. Determinar el número de observaciones necesarias.
10. Determinar el número de días o turno para el estudio.
11. Hacer planes detallados para efectuar las observaciones.
12. Diseñar la hoja de observaciones.
13. Efectuar las observaciones de acuerdo al plan, analizar y resumir los datos.
14. Hacer observaciones y anotar los datos.

15. Resumir los datos al final del día.
16. Determinar los límites de control.
17. Representar los datos en los gráficos.
18. Comprobar la exactitud al final del estudio se compara con la preliminar.
19. Conclusión y recomendación resultante.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se hace referencia a los factores que definen la investigación como los son el tipo de investigación que se realiza en el desarrollo de este trabajo, se determina la población y la muestra objeto del estudio, los implementos y recursos utilizados para aplicar la investigación, así como la metodología que se usará para el progreso del mismo.

4.1 Tipo de investigación

Este trabajo de investigación se caracteriza por ser de tipo descriptivo, experimental, de campo y aplicado. A continuación se describen las características que conforman este estudio.

Descriptiva, debido a que en el mismo se menciona, analiza e interpreta la naturaleza del problema que se presenta en la empresa **TERNIUM SIDOR** específicamente en la zona de acabado del tren de la laminación de Alambión, con la finalidad de obtener un correcto diagnóstico de la situación y realizar una correcta interpretación del mismo.

Experimental, el estudio se considera experimental debido a que los resultados obtenidos con el mismo pueden ser aplicados, lo que genera una modificación en el esquema actual de desarrollo de las actividades en la zona de acabado del tren de Alambión.

De campo, ya que el estudio se realiza directamente en la zona de acabado del tren de laminación de Alambión, y mediante la observación y análisis

directo de las actividades que ejecutan los Técnicos de Aseguramiento de la calidad.

Aplicado, porque se busca mejorar el diseño de las actividades que se ejecutan en la zona de estudio, así como el uso de diversas herramientas, con el propósito de garantizar la excelente calidad de los productos que se fabriquen y el cumplimiento a cabalidad de los requerimientos de los clientes.

4.2 Población y muestra

La población en estudio está determinada por todos los Técnicos de Aseguramiento de la Calidad que laboran la zona de acabado del tren de Alambrón de la empresa TERNIUM SIDOR; mientras que la muestra está representada por los Técnicos que cumplen su faena de trabajo en el horario de 7:00am a 3:00pm es decir el turno de trabajo número 2.

4.3 Instrumentos y Técnica de recolección de datos

- Visita al área de trabajo: estas están conformadas por recorridos que se realizan en la zona de acabado (compactadoras, volcadoras, zona de enfriamiento), al igual que el laboratorio de calidad de barras y alambrón, pero generalmente las visitas se hacen al área de trabajo de los técnicos de aseguramiento.
- Observación directa: de las actividades que se realizan en la zona de acabado del tren de laminación, específicamente las que ejecutan los técnicos de aseguramiento de la calidad, y los operarios de despunte (trabajadores contratados pertenecientes a S.A.C.A)
- Entrevistas informales: se realizan entrevistas informales no estructuradas a los trabajadores del área incluidos los operarios de despunte, los operarios de las compactadoras, los inspectores

responsables de los carros CTI, los técnicos aseguradores, y en ingeniero de procesos que realiza los ensayos de recalado y decalaminabilidad.

4.3.1 Materiales y equipos utilizados

4.3.1.1 Recursos físicos

- Cronómetro.
- Lápices de grafito y lapiceros.
- Papel blanco tamaño carta.
- Formatos propios para vaciar los datos.
- Computadora.
- Prácticas operativas publicadas en la Intranet.

4.3.1.2 Recurso humano

- Tutores (Académico e Industrial).
- Técnicos de Aseguramiento de la Calidad.
- Inspectores de la zona de acabado del tren de Alambrón.
- Supervisores del turno y operadores de compactadoras, volcadoras.

4.3.1.3 Equipo de protección personal (EPP)

- Uniforme de trabajo suministrado por la empresa.
- Mascarilla para protección respiratoria.
- Protectores auditivos.
- Casco.
- Lentes de seguridad.
- Botas de seguridad.

4.4 Procedimiento

Para la obtención eficaz de los resultados es muy importante que se ejecute un buen plan de acción o procedimiento que permita el desarrollo cabal de la investigación, para esto se procederá de la siguiente manera:

1. Se define y formula el problema a investigar, tomando en cuenta todos los factores que pueden afectar la ejecución de la investigación.
2. Se realizan visitas constantes al área donde se aplicará el estudio.
3. Se formula e interpreta la situación actual que se presenta en la zona de acabado del tren de laminación de Alambrón, específicamente la relacionada con los técnicos de aseguramiento de la calidad.
4. Se realizan entrevistas informales no estructuradas al personal que labora en la zona de acabado del tren de alambrón, con el objetivo de obtener información veraz de lo que sucede actualmente en la zona, y de esta manera poder determinar las posibles fallas que se presentan en el desenvolvimiento de las actividades.
5. Se analiza la información brindada en las entrevistas, y se comparan las actividades ejecutadas por los técnicos, con las especificadas en las prácticas operativas.
6. Se efectúan revisiones periódicas y constantes de los datos obtenidos, directamente con el (la) tutor(a) industrial, de tal forma que se puedan ir eliminando las posibles fallas en la medición de los datos.

-
7. Se determina el tiempo estándar de ejecución de las actividades estudiadas, así como las posibles causas de ineficiencia del objetivo a estudiar. De igual forma se verificará la frecuencia de producción de algunos tipos de aceros basándose en el plan de producción de la Gerencia de Barras y Alambrón.

 8. Por ultimo, se formularán las conclusiones y recomendaciones de la investigación, basándose en los resultados obtenidos a través del estudio.

CAPITULO V

SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo se detalla la situación encontrada en la empresa al momento de realizar la investigación, indicando el método de trabajo de los Técnicos de Aseguramiento de la Calidad, así como las situaciones de trabajo que se presentan y como se ven afectadas por las condiciones ambientales donde se desenvuelven los trabajadores.

5.1 Situación Actual

TERNIUM SIDOR actualmente es la única empresa en la zona encargada de la elaboración de productos de acero, tanto terminados como semielaborados, lo que la hace la empresa líder en la distribución de acero, por lo que siempre debe estar a la vanguardia en los aspectos y normas de calidad con los que se fabrican sus productos.

En los trenes de laminación de Barras y Alambrón es donde se fabrican las cabillas que son utilizadas dentro y fuera del país para la construcción de grandes edificaciones e infraestructuras; de igual forma se fabrican los rollos de Alambrón y rollos de acero con resaltes, que sirven de materia prima para muchos clientes para la fabricación de alambres de menor diámetro, mallas de acero, así como para la fabricación de tornillos y tuercas, razón por la cual la empresa se ve en la obligación de trabajar bajo normas de calidad de altos estándares.

En la actualidad en el Tren de laminación de Alambrón, específicamente en la zona de acabado, es donde desempeñan sus labores los Técnicos de Aseguramiento de la Calidad (2 persona), quienes son los encargados de garantizar los niveles de calidad de los productos que se laboran en esta planta; para ello deben ejecutar un conjunto de actividades propias del cargo que se encuentran especificadas en las distintas practicas operativas, como por ejemplo: el corte e identificación de muestras al inicio, medio y fin de cada colada con la finalidad de que se realicen los distintos ensayos para cada producto y así determinar la calidad del mismo. (Ver Practica PRALAL07002 - Muestreo y remuestreo de alambrón y rollos de acero con resaltes.)

Es importante resaltar que la carga de trabajo para los técnicos varia dependiendo de las características del producto que se este laminando (como el Tipo de Acero, y el cliente que requiere el producto), generalmente los clientes más exigentes y que generan mayor carga de trabajo para los técnicos con VICSON y ALMAGAL, quienes solicitan en sus ordenes de venta que se realicen inspecciones al 75% de los rollos de cada colada, así como los ensayos de decalaminado para productos VICSON (Acero 723 - SAE 1023), ensayos de tracción, entre otros; de igual forma son los responsables del suministro de muestras para los ensayos de recalcado que aplican a Acero con diámetros entre 5.5mm y 12.00mm usados para la fabricación de Tornillos y Tuercas.

Debido al tipo de proceso de producción que utiliza SIDOR es necesario que estos ensayos sean realizados en plena línea, es decir a medida que sale el producto se le van realizando los ensayos y pruebas; actualmente los ensayos de decalaminabilidad y recalcado, son realizados por el ingeniero de procesos, quien los hace efectivo solo cuando tiene tiempo disponible dentro de su jornada de trabajo, y en ocasiones se puede llegar a despachar el producto sin antes cumplirse con las exigencias plasmadas por los clientes

en las ordenes de compra. Esta situación se presentó en una oportunidad con el cliente VICSON, al cual no se le realizó en ensayo de decalaminabilidad para su producto, generando una queja de no conformidad de parte de los mismo, y la devolución del producto, lo que causa una perdida para la planta, pues es necesario un reproceso de mismo para poder obtener las características y especificaciones de calidad requeridas por los clientes; en esa ocasión los responsables de la ejecución de dichos ensayos alegaron no contar con el tiempo necesario para realizar dicha actividad e incluso se alegó una sobre carga de trabajo; pero en caso de persistir la irregularidad la empresa se ve amenazada con la perdida de uno de sus mas importantes clientes.

En vista de la presencia de dicha irregularidad se procedió a realizar un análisis detallado de la carga de trabajo de los Técnicos de Aseguramiento de la calidad con la finalidad de determinar si sus responsabilidades se adaptan a las especificaciones de la OIT para una jornada de trabajo, y si cuentan con el tiempo suficiente para hacerse responsables de la ejecución de los ensayos de decalaminabilidad y recalado, ya que son estos los que se encuentran en plena línea realizando sus otras actividades (Ver Apéndice1)

La prueba de decalaminado consiste en la torsión de una porción de alambrón para desprender la cascarilla que se genera en el mismo durante su proceso de enfriamiento (ver Práctica PRALAL07006 - Ensayos de decalaminabilidad en el Alambrón.), mientras que el ensayo de recalado consiste en el aplastamiento de una muestra de alambrón con la finalidad de detectar las fracturas y grietas que se presentan en el producto y que pueden afectar la calidad de los otros productos que se derivan del mismo (ver práctica PRALAL07004 - Ensayo de recalado a las muestras de alambrón en el proceso de laminación.).

CAPITULO VI

RESULTADOS

El presente capítulo muestra los resultados obtenidos con la toma de tiempos utilizando el cronometraje vuelta a cero, aplicado a los Técnicos de Aseguramiento de calidad que laboran en el turno de trabajo número 2 en un horario comprendido entre (7:00am y 3:00pm) y que permiten y facilitan la determinación de la carga y responsabilidades de trabajo, de igual forma se presenta un muestreo de trabajo que se aplicó para verificar o establecer la eficiencia del trabajo de los sujetos en estudio con las actividades de las cuales son responsables actualmente.

6.1 Determinación de la carga de trabajo

Para ellos fue necesario realizar la toma de tiempo de las actividades que ejecutan los técnicos en estudio, haciendo uso de la técnica de cronometraje vuelta a cero.

Antes de entrar de lleno en el cálculo de la carga de trabajo de los técnicos de aseguramiento de la calidad es de suma importancia que se realice un análisis a la producción de alambión, puesto que esto nos permitirá ver bajo que ambientes o situaciones de laminación se trabaja a diario.

A continuación se muestra una gráfica que determina el comportamiento de la laminación de alambión.

6.1.1 Análisis de la Producción de Alambrón

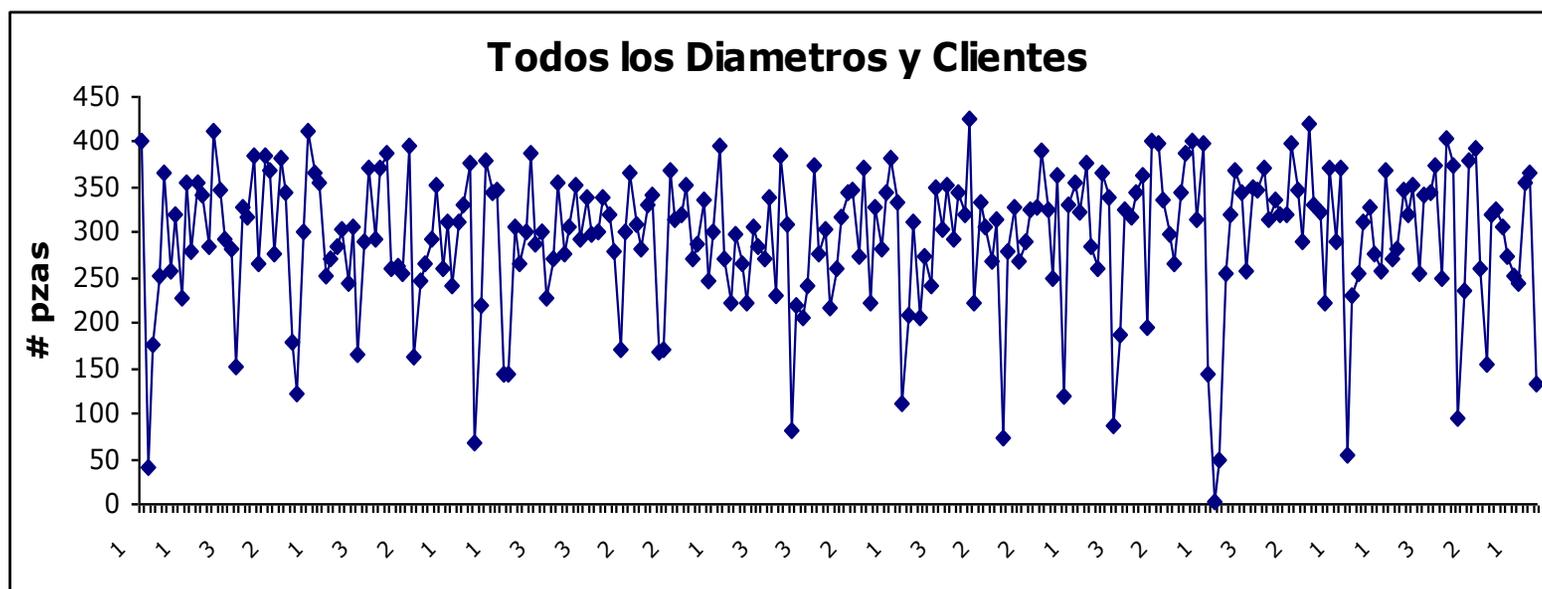


Fig. 6.1 Comportamiento de la producción de Alambrón entre Agosto y Octubre

Analizando la gráfica de producción de alambón durante los meses de agosto y octubre se puede notar la variación en la producción, sin embargo también se mantiene una tendencia de producción promedio de 294 piezas por turno; de igual forma es importante resaltar que la máxima producción registrada durante estos meses de estudio fue de 425 piezas; debido a la diversidad de productos que se laminan en el tren de alambón, así como la variedad de clientes que se tienen, es necesario que se establezca un valor de producción constante que sea representativo, para poder determinar la carga de trabajo de los técnicos de aseguramiento de la calidad.

Para efectos de los cálculos de la carga de trabajo se tomaran en cuenta dos condiciones que determinan la cantidad de piezas producidas en el turno de trabajo bajo el cual se realiza el análisis; la primera condición es un promedio de laminación real, el cual se determina bajo los parámetros de laminación del producto 5.5mm de diámetro (U Neta = 78%, T Disponible = 7.4Hrs. Productividad = $100.08 \text{ } t/h$), debido a que es el producto con mayor índice de laminación (66%) al año.

Tomando en cuenta lo antes mencionado la cantidad de piezas producidas para la condición promedio real es:

Premisas				
Diametros	P.NETA	U.Neta	T Dispon	# Pzas/ Turno
100% - 5,5 mm	100,08	78	7,4	308,91

La segunda condición, se considera condición estándar de laminación, la cual se calcula con los parámetros operativos de los diámetros 5.5mm y 6.35mm (Ver Anexo 1), el primero por ser el que presenta mayor índice de

laminación y el segundo por ser el que presenta la mayor velocidad de laminación en el tren, sin embargo se toma en cuenta que se la Utilidad Neta del tren de laminación será de 100%, y se consideran para este caso una mezcla de 75% producto de diámetro 5.5mm y 25% producto de diámetro 6.35mm; en base a esto la cantidad de piezas producidas durante un turno de trabajo tomando en cuenta los parámetros para la condición estándar se determina de la siguiente forma:

$$P.NETA = (75\% * Pneta_{5.5mm} + 25\% * Pneta_{6.35mm})$$

$$Pzas\ Producidas = \frac{(P.NETA/100) * U.NETA * T\ Disponible}{1.87}$$

Diametros	Premisas			# Pzas/ Turno
	P.NETA	U.Neta	T Dispon	
75 % - 5,5 mm	103,235	100	7,4	408,52
25% - 6,35 mm				

Es importante resaltar que esta condición hipotética de laminación estándar no se a presentado en el tren de laminación, sin embargo se toma en cuenta para el cálculo por ser una condición perfecta de producción y la que arrojaría el punto más critico en cuanto a carga de trabajo se refiere.

Realizando el análisis tanto de la condición promedio rea y la condición estándar bajo los parámetros antes mencionados enmarcado en los meses de laminación en estudio se tiene:

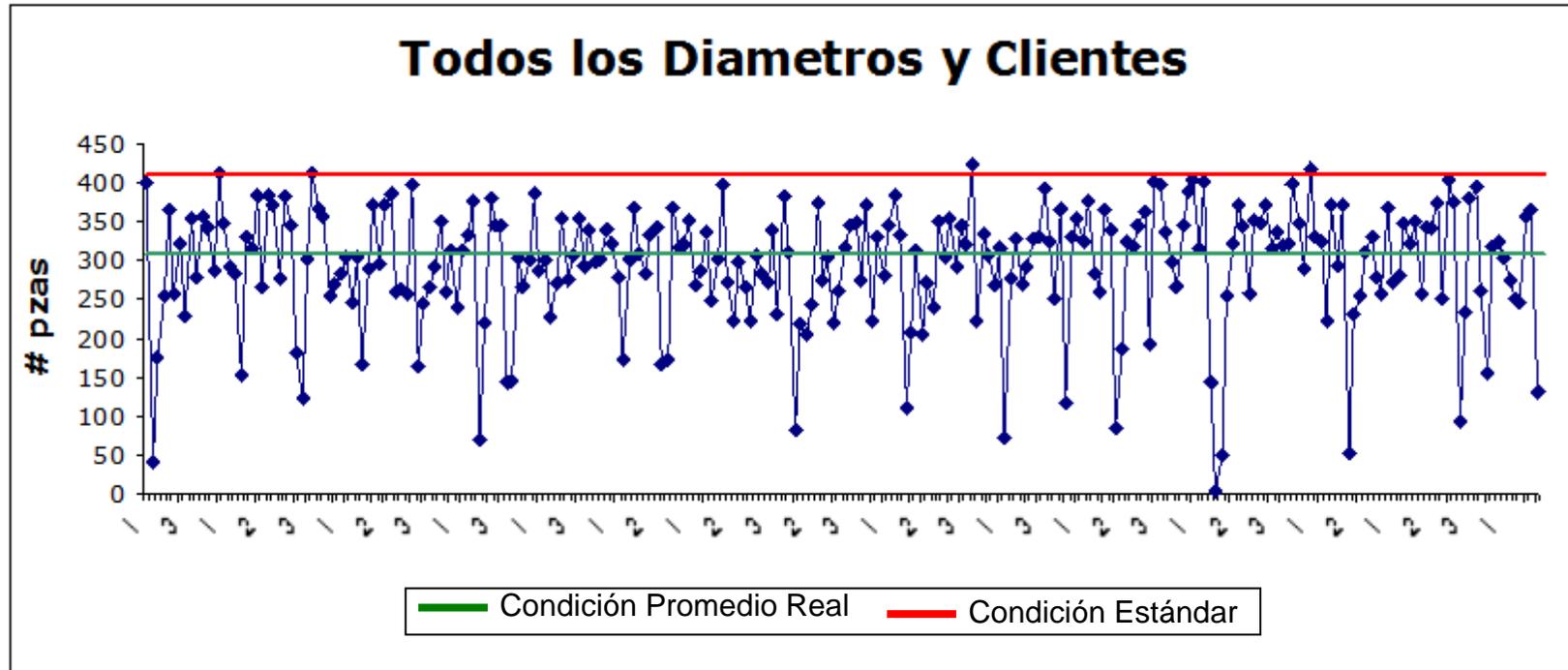


Fig. 6.2 Comparación de las condiciones determinadas en los meses en estudio.

Tomando en cuenta el gráfico anterior se puede determinar que la condición promedio real de laminación se ha presentado durante 128 turnos de trabajo de 252 turnos que conforman los meses en estudio, lo que le atribuye un porcentaje de ocurrencia a la condición promedio real del 51%, de igual forma la condición estándar presenta una frecuencia de aparición del 2% lo que equivale a 5 apariciones; esto significa que ambas condiciones que se consideran para el cálculo de la carga de trabajo, son representativas.

A continuación se describen algunas características de exigencia de cada cliente que enmarcan la carga de trabajo de los sujetos en estudio; para el caso de VICSON y ALMAGAL (Clientes Críticos) exigen que se realicen inspecciones al 75% de los rollos producidos por coladas, de igual forma exige que se realicen las pruebas de decalaminabilidad a cada colada del producto (TACE 723 – grado 1023, Diámetro 5.5mm), por su parte, para los clientes TORCAR y FAVETUERCAS que solicitan productos (TACE 370, 371, 372; diámetros entre 5.5mm hasta 12.70mm; aplicación para tortillería y tuercas), las prácticas operativas de los Técnicos establecen que se deben tomar muestras de todas las coladas que se laminan con la finalidad de que se realicen los distintos ensayos, mientras que para el resto de los clientes, los técnicos de aseguramiento, solo realizan inspecciones a un 5% del material laminado con la finalidad de controlar algunas variables del proceso.

Tomando en cuenta estas características, y realizando un análisis a la producción de alambón durante los meses en estudio se determina que el porcentaje de representatividad de cada cliente en la laminación (MIX) es el siguiente:

	# pzas	% General	% Parcial
Total	74109	100	
Vicson	14140	19%	100%
Vicson 723	3260		23%
Vison 884	6108		43%
Vicson Otros	4772		34%
Almagal	2024	3%	100%
723	226		11%
Otros	1798		89%
Torcar	93	0,1%	
Otros Clientes	57852	78%	

Tabla 6.1 MIX real de laminación para algunos clientes durante los meses en estudio

Ahora según las características de cada cliente antes mencionadas, que modifican la carga de trabajo de los técnicos en estudio, se deben establecer los ambientes de laminación o situaciones que se tomaran en cuenta para la determinación específica de la carga de trabajo; por tal motivo las situaciones de laminación que se toman en cuenta para el cálculo de la carga de trabajo son:

1. Laminación para Otros clientes sin Incluir VICSON, ALMAGAL y TORCAR
2. Laminación combinada VICSON + ALMAGAL + Otros clientes.
3. Laminación combinada solo VICSON y TORCAR (Crítica)
4. Laminación 100% VICSON producto 723 Diámetro 5.5mm (Crítica)

También es importante evaluar el comportamiento de la condición promedio y la condición estándar enmarcadas bajo las situaciones de laminación a tomar en cuenta para la determinación de la carga de trabajo.

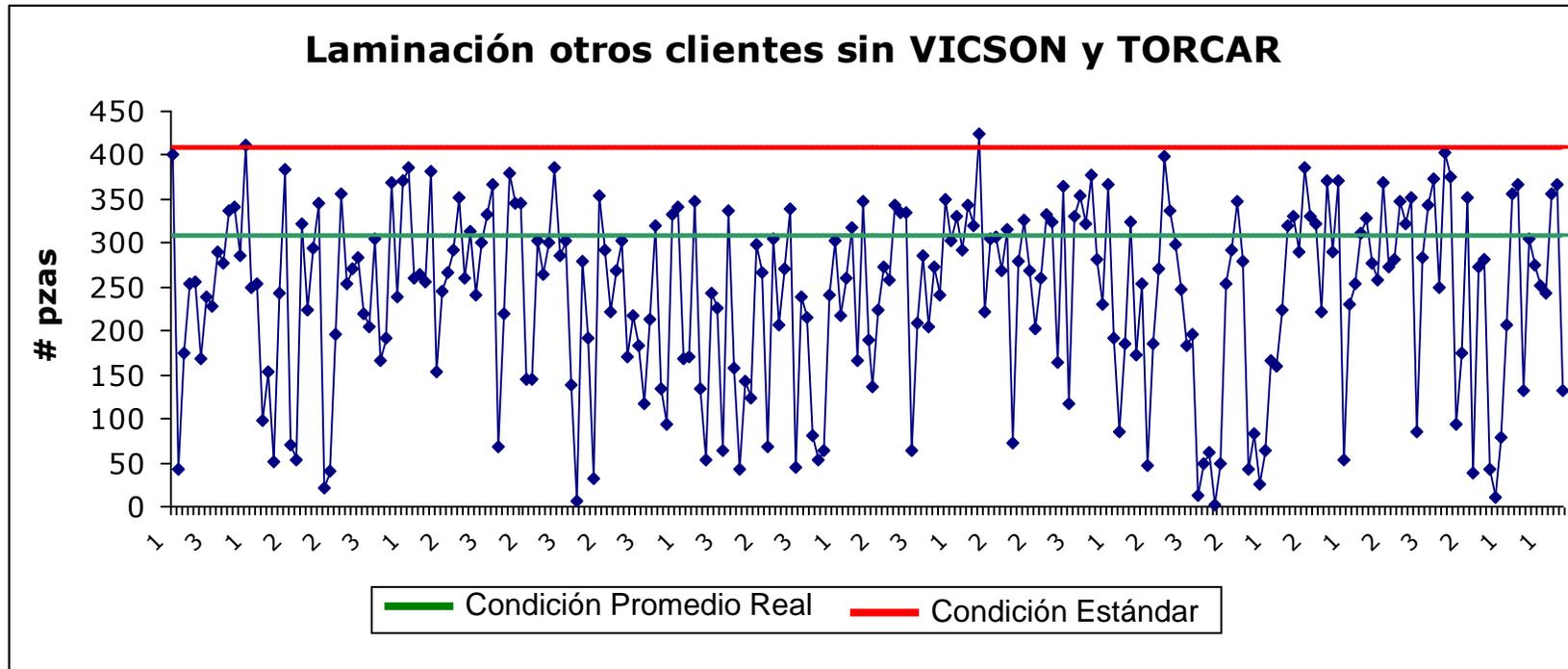


Fig 6.3 Comportamiento de ambas condiciones bajo la situación de laminación N° 1.

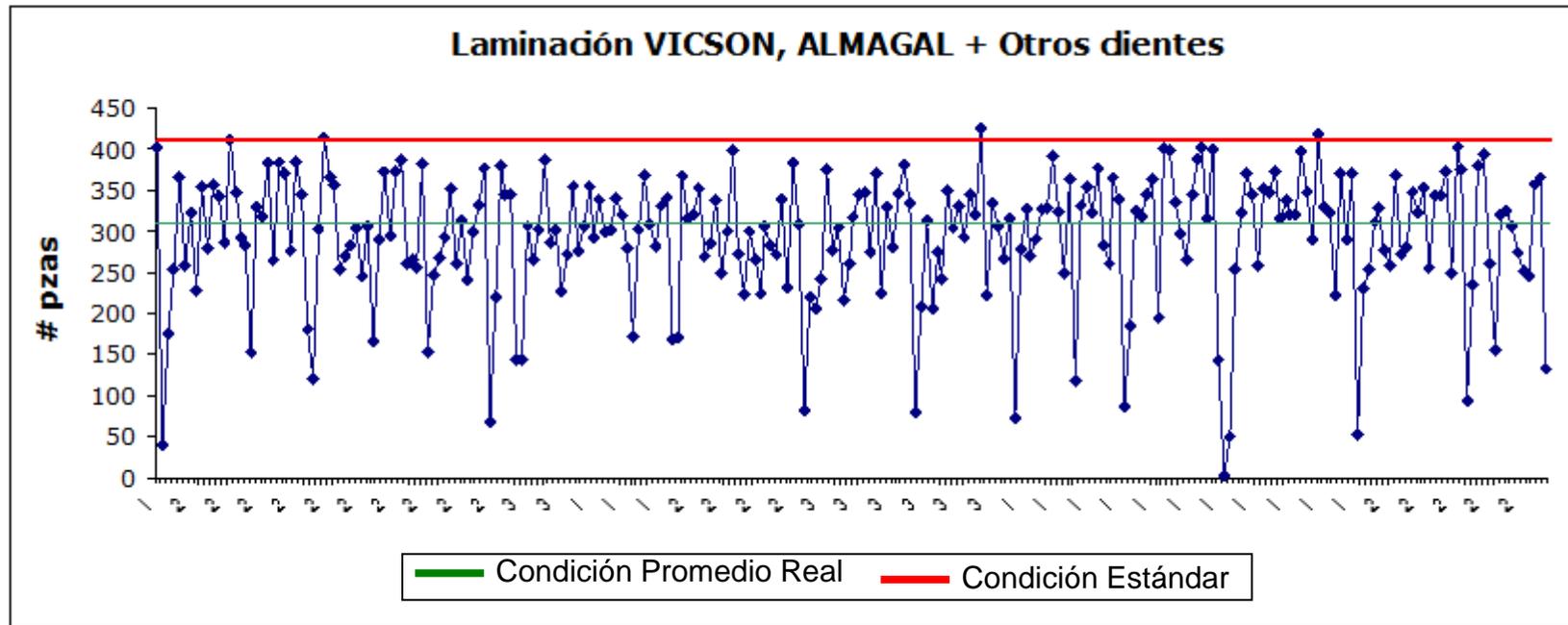


Fig. 6.4 Comportamiento de ambas condiciones bajo la situación de laminación N° 2.

Si analizamos más a fondo el comportamiento de ambas condiciones establecidas para el cálculo de la carga de trabajo se puede observar como en la situación de laminación N°1 (Laminación para Otros clientes sin Incluir VICSON, ALMAGAL y TORCAR) la condición promedio real ($309^{Pzas}/Turno$) tiene una frecuencia de ocurrencia de 71% lo que equivale a 176 apariciones de 249 turnos de trabajo durante los 3 meses en estudio (Agosto, Septiembre, Octubre); por su parte la condición estándar ($408^{Pzas}/Turno$) presenta una frecuencia de ocurrencia de 1% que es equivalente a 3 apariciones.

Por otro lado para la situación de laminación N°2 (Laminación combinada VICSON + ALMAGAL, sin incluir a los otros clientes) la condición promedio real posee una frecuencia de aparición del 52% lo que se traduce en 131 apariciones de 252 turnos que enmarcan esta situación de laminación, mientras que la condición estándar tiene una frecuencia de laminación de 2% lo que es igual a 5 apariciones mayores o iguales al valor de dicha condición, durante el mes en estudio.

Para las otras dos situaciones restantes no se analiza el comportamiento de las condiciones antes mencionadas debido a que son ambientes que no se presentan en el tren de laminación por lo que pueden representar situaciones hipotéticas pero que se deben tomar en cuenta porque combinan y toman en cuenta las características más críticas de los clientes.

Una vez determinadas las condiciones que se tomaran en cuenta para la carga de trabajo, y establecidas las situaciones que enmarcan el cálculo de la carga de trabajo, es necesario que se establezcan los tiempos normales de los ensayos de decalaminabilidad y recalcado, debido a que

son unos de los más importantes para garantizar la conformidad y calidad de algunos productos, de igual forma son actividades que debido a la magnitud del proceso y a las exigencias de los clientes se deben realizar en línea; son las que ocasionaron la no conformidad de los clientes (en el caso del decalaminado – VICSON) y que dan origen al objetivo fundamental de este trabajo

6.1.2 Tiempo Normal de decalaminado

El ensayo de decalaminado es una actividad que consiste en desprender la cascarilla que aparece en el alambρόn durante su proceso de enfriamiento, este desprendimiento se produce mediante una acción de torsión o doblado.

Las actividades de ejecución de esta actividad se encuentran debidamente descritas en la práctica operativa (PRALAL07006 - Ensayos de decalaminabilidad en el Alambρόn).

A continuación se presentan el esquema de las tablas que se utilizaron para determinar el tiempo normal de trabajo de cada actividad desempeñada por el primer Técnico durante una jornada de trabajo.

En la primera columna de la tabla se coloca una numeración para identificar cuantas sub-actividades comprenden esta actividad analizada, en la segunda columna se colocan los nombres de cada sub-actividad, luego se colocan en la columnas siguientes los tiempo tomados (seg.) en la ejecución por parte de la persona responsable en cada sub-actividad, en la columna que le continua se hace la sumatoria de todos los tiempos por cada sub-actividad, luego se calcula el tiempo promedio y la desviación estándar en los tiempos para luego aplicar una técnica estadística que permita determinar si la cantidad de muestras tomadas para cada actividad son suficientes, haciendo uso de la tabla T student; de igual forma el diseño de la tabla permite ver el

tiempo de duración de cada actividad en un ciclo, para ellos se coloca en tiempo tomado (T) y debajo el tiempo acumulado (L).

A continuación se presentan los tiempos recabados para esta actividad.

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Observado (ciclos)							Σr	Promedio T(s)	TPS	Desviación Estandar (S)	
		T1	T2	....	T17	T18	T19	T20					
1	Toma Muestra y quita el tiro de identificación	T	10,90	11,02	....	10,64	11,03	9,98	10,57	205,310	10,266	10,266	0,6596
		L	10,90	11,02	....	10,64	11,03	9,98	10,57	205,310	10,266		
2	Dobla muestra	T	35,06	39,25	....	35,47	34,30	32,87	38,60	751,730	37,587	37,587	3,2905
		L	45,96	50,27	....	46,11	45,33	42,85	49,17	957,040	47,852		
3	Decalamina	T	5,21	4,50	....	4,71	4,45	5,26	4,70	100,130	5,007	5,007	0,5336
		L	51,17	54,77	....	50,82	49,78	48,11	53,87	1057,170	52,859		
4	Limpia muestra	T	2,77	3,15	....	3,54	5,09	3,47	3,64	77,210	3,861	3,861	0,7844
		L	53,94	57,92	....	54,36	54,87	51,58	57,51	1134,380	56,719		
5	Compara Resultados	T	1,45	1,01	....	1,18	1,55	1,27	1,39	26,130	1,307	1,307	0,1833
		L	55,39	58,93	....	55,54	56,42	52,85	58,90	1160,510	58,026		
6	Llana Boleta	T	1,20	1,12	....	1,34	1,60	1,47	1,19	28,080	1,404	1,404	0,2429
		L	56,59	60,05	....	56,88	58,02	54,32	60,09	1188,590	59,430		
7	Limpia equipo	T	11,70	13,10	....	19,46	18,34	13,41	17,50	321,890	16,095	16,095	2,7584
		L	68,29	73,15	....	76,34	76,36	67,73	77,59	1510,480	75,524		
									Tiempo Total en seg.	1510,480	TPS seg.	76	1,2075
									Tiempo Total en min.	25,175	TPS min.	1,2587	
											Dev Stand Promedio		

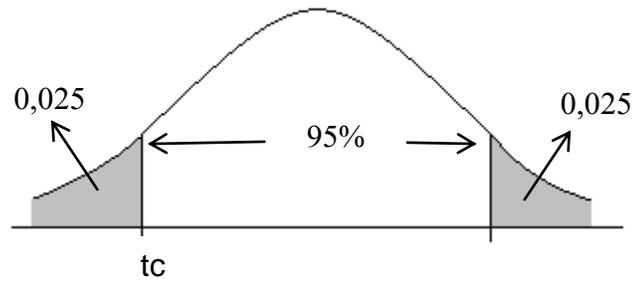
Tabla 6.2 Tiempos de ejecución del ensayo de decalaminado

Para ver la tabla completa, ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls- hoja: Decalaminado – tiempo de duración ensayo de decalaminado)

6.1.2.1 Procedimiento estadístico

Para determinar si el tamaño de la muestra es aceptable se estableció previamente un nivel de confianza (Nc) de 95%, a continuación se presentan un grupo de datos importantes para el cálculo del estadístico “t student”:

- Grados de libertad $\nu = n - 1$
 $\nu = 20 - 1$
 $\nu = 19$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$



$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 19) = 1.729$$

Todos estos datos aparecen resumidos en la tabla que se presenta a continuación.

Factores que influyen en el cálculo de la carga de trabajo								
Ensayo de Decalaminado	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga				Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse			
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación		
	Temperatura	1	5	Habilidad	B1	0,11		
	Cond. ambientales	1	5	Esfuerzo	E2	-0,08		
	Humedad	1	5		Aceptable			
	Nivel de Ruido	1	5	Condiciones	B	0,04		
	Iluminación	1	5		Excelente			
	Duración del Trabajo	1	20	Consistencia	C	0,01		
	Repetición del ciclo	3	60		Buena			
	Esfuerzo Físico	1	20	C			0,08	
Esf. Mental y Visual	3	30	Cv (Cv=1+C)			1,08		
Posición del Trabajo	2	20	TOTAL					
			175	Cálculo Estadístico Basados en T Student				
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla		n	v	Nc%	α	α/2
Clase	JET en min	Limite de Clase	171-177	20	19	95	0,05	0,025
		Clase	A4	t				tc
175	450	Concesión fatiga %	4	19	0,025		1,729	

Tabla 6.3 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal (Ensayo de decalaminado).

Continuando con el procedimiento estadístico para determinar el tamaño de la muestra, se aplican los pasos del mismo para cada uno de los elementos de esta actividad.

Para ellos es necesario utilizar los tiempos promedios (\bar{X} ó TPS), y las desviaciones estándares (S) de cada elemento mostrados en la tabla 6.2 Tiempos de sub-actividades en la medición del diámetro de alambón.

- **Elemento 1:** Toma muestras y quita el tirro de identificación

$$\bar{X} = 10,266 \text{ seg.}$$

$$S = 0,6596 \quad I = 10,266 \pm \frac{1,1,729 \times 0,6596}{(20)^{1/2}}$$

$$tc = 1,729$$

$$n = 20 \quad I_s = 10,5205 \text{ seg.} \quad I_i = 10,0105 \text{ seg.}$$

$$I_{total} = 0,5101 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,729 \times 0,6596}{(20)^{1/2}}$$

$$I_m = 0,5101 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{total}$, se aceptan las 20 observaciones realizadas (n), para el ensayo de decalaminabilidad

- **Elemento 2:** Dobra muestra

$$\bar{X} = 37,587 \text{ seg.}$$

$$S = 3,2905 \quad I = 37,587 \pm \frac{1,729 \times 3,2905}{(20)^{1/2}}$$

$$tc = 1,729$$

$$n = 20 \quad I_s = 38,8587 \text{ seg.} \quad I_i = 36,3143 \text{ seg.}$$

$$I_{total} = 2,5443 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,729 \times 3,2905}{(20)^{1/2}}$$

$$I_m = 2,5443 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{total}$, se aceptan las 20 observaciones realizadas (n), para el ensayo de decalaminabilidad

- **Elemento 3:** Decalamina

$$\bar{X} = 5,007 \text{ seg.}$$

$$S = 0,5336 \quad I = 5,007 \pm \frac{1,729 \times 0,5336}{(20)^{1/2}}$$

$$tc = 1,729$$

$$n = 20 \quad I_s = 5,2128 \text{ seg.} \quad I_i = 4,8002 \text{ seg.}$$

$$I_{total} = 0,4126 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,729 \times 0,5336}{(20)^{1/2}}$$

$$I_m = 0,4126 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{total}$, se aceptan las 20 observaciones realizadas (n), para el ensayo de decalaminabilidad

- **Elemento 4:** Limpia muestra

$$\bar{X} = 3,861 \text{ seg.}$$

$$I = 3,861 \pm \frac{1,729 \times 0,7844}{(20)^{1/2}}$$

$$S = 0,7844$$

$$t_c = 1,729$$

$$I_s = 4,1637 \text{ seg.}$$

$$I_i = 3,5573 \text{ seg.}$$

$$n = 20$$

$$I_{total} = 0,6065 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,729 \times 0,7844}{(20)^{1/2}}$$

$$I_m = 0,6065 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{total}$, se aceptan las 20 observaciones realizadas (n), para el ensayo de decalaminabilidad

- **Elemento 5:** Compara resultados

$$\bar{X} = 1,307 \text{ seg.}$$

$$S = 0,1833$$

$$t_c = 1,729$$

$$n = 20$$

$$I = 1,307 \pm \frac{1,729 \times 0,1833}{(20)^{1/2}}$$

$$I_s = 1,3774 \text{ seg.}$$

$$I_i = 1,2356 \text{ seg.}$$

$$I_{total} = 0,1418 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,729 \times 0,1833}{(20)^{1/2}}$$

$$I_m = 0,1418 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{total}$, se aceptan las 20 observaciones realizadas (n), para el ensayo de decalaminabilidad

- **Elemento 6:** Llena boleta

$$\bar{X} = 1,404 \text{ seg.}$$

$$S = 0,2429$$

$$t_c = 1,729$$

$$n = 20$$

$$I = 1,404 \pm \frac{1,729 \times 0,2429}{(20)^{1/2}}$$

$$I_s = 1,4979 \text{ seg.}$$

$$I_i = 1,3101 \text{ seg.}$$

$$I_{total} = 0,1878 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,729 \times 0,2429}{(20)^{1/2}}$$

$$I_m = 0,1878 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{total}$, se aceptan las 20 observaciones realizadas (n), para el ensayo de decalaminabilidad

- **Elemento 7:** Limpia equipo

$$\bar{x} = 16,095 \text{ seg.}$$

$$S = 2,7584$$

$$t_c = 1,729$$

$$n = 20$$

$$I = 16,095 \pm \frac{1,729 \times 2,7584}{(20)^{1/2}}$$

$$(20)^{1/2}$$

$$I_s = 17,1609 \text{ seg.}$$

$$I_i = 15,0281 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 2,1329 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,729 \times 2,7584}{(20)^{1/2}}$$

$$I_m = 2,1329 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 20 observaciones realizadas (n), para el ensayo de decalaminabilidad

6.1.2.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.2.2.1 Calificación de Velocidad

Clasificación de Velocidad del Operario		
Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	B1 Excelente	0,11
Esfuerzo	E2 Aceptable	-0,08
Condiciones	B Excelente	0,04
Consistencia	C Buena	0,01
C		0,08
Cv (Cv=1+C)		1,08

Tabla 6.4 Calificación de Velocidad para el Ensayo de decalaminado.

Habilidad: se clasifica califica como excelente debido a la gran facilidad que tiene la persona que realiza dicho ensayo (Ing. de proceso) para realizar esta actividad.

Esfuerzo: se califica como aceptable, puesto que para esta actividad, el trabajador debe realizar algo de esfuerzo manual para poder girar o torcer la muestra (ver Anexo 2)

Condiciones: en este caso se consideran excelentes, debido a que el ambiente de trabajo donde se desarrolla esta actividad presenta una ventilación forzada (aire acondicionado), al igual que posee poco ruido, entre otras cosas.

Consistencia: algunos valores a medida que se repite la operación van aumentando, lo cual indica un margen considerable en los valores al comenzar la jornada, y al terminar.

Como se puede apreciar en la tabla 6.4, esta actividad arroja un valor de 1.08 lo que indica que esta actividad se realiza con un 8% de eficiencia de velocidad con respecto a la forma normal como lo realizaría un operario promedio.

Para los cálculos de los tiempos normales de cada elemento, se toman sus respectivos tiempos promedios seleccionados (TPS) y se multiplican por la calificación de velocidad obtenida en la tabla 6.4, basándose los criterios de evaluación en el método Westinghouse.

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Normal TN=TPS*Cv			Tiempo Normal Total	
		TPS	Cv	TN	Min	Hrs
1	Toma Muestra y quita el tirro de identificación	10,266	1,08	11,0867	1,36	0,02
2	Dobla muestra	37,587		40,5934		
3	Decalamina	5,007		5,4070		
4	Limpia muestra	3,861		4,1693		
5	Compara Resultados	1,307		1,4110		
6	Llana Boleta	1,404		1,5163		
7	Limpia equipo	16,095		17,3821		

Tabla 6.5 Tiempo Normal del Ensayo de decalaminado.

Fácilmente se puede observar como el tiempo normal total del ensayo de decalaminabilidad es de 1.36min. por cada muestra a ensayar.

6.1.2.2.2 Determinación de la Fatiga

Un paso importante es la normalización de las tolerancias variables, como lo es la fatiga o sentimiento de cansancio del operario. Para esto se utiliza el método sistemático, el cual provee una tabla, a través de la cual se puntualizan las condiciones que perturban al operario durante la jornada de trabajo.

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga		
Factor	Grado	Puntos
Temperatura	1	5
Cond. ambientales	1	5
Humedad	1	5
Nivel de Ruido	1	5
Iluminación	1	5
Duración del Trabajo	1	20
Repetición del ciclo	3	60
Esfuerzo Físico	1	20
Esf. Mental y Visual	3	30
Posición del Trabajo	2	20
TOTAL		175

Tabla 6.6 Factores Operacionales para la determinación de la fatiga (decalaminado)

Temperatura: se considera de grado 1 puesto que el ambiente de trabajo presenta buena circulación de aire, y esta provisto por un sistema de ventilación forzado, dejando al descubierto un ambiente con buenas temperaturas de aire.

Condiciones Ambientales: Se presenta un ambiente de oficina, con aire acondicionado.

Humedad: Se percibe poca humedad en el área de operaciones.

Nivel de ruido: por ser un ambiente de oficina, no se presentan altos niveles de ruido, sin embargo el área se encuentra muy cercana de la zona de laminación, pero ésta no deja pasar los altos niveles de ruido que se producen en el proceso siderúrgico.

Iluminación: existe una buena iluminación en la planta, por medio de faros de luz fluorescente, lo que facilita la visión del personal que labora en planta.

Duración del Trabajo: Operación que se puede completar en 1min. ó menos.

Repetición del ciclo: se le asigna el grado 3 puesto que el decalaminado es una operación que cuando se realiza, (actualmente) presenta una gran frecuencia de repetición puesto se dejan acumular las muestras a ensayar.

Esfuerzo físico: como se menciono anteriormente la persona encargada de realizar dicho ensayo (ing. de procesos) debe ejercer cierto esfuerzo físico para poder torcer la muestra, aunque el esfuerzo es mínimo se considera para los efectos de la determinación de la fatiga.

Esfuerzo mental y visual: se considera de grado 3 debido a que la actividad que se realiza es de inspección de calidad y requiere una alta atención visual y mental de los mismos.

Posición de trabajo: por las características de la actividad el trabajo se realiza parada, en combinación con el caminar.

Como se observa en la tabla 6.3 el suplemento concebido por concepto de fatiga es de 4%; a continuación se explican algunos de los factores que influyeron en la determinación de dicho valor.

6.1.3 Tiempo Normal de recalado

El recalado es un ensayo que se le practica al alambón, con diámetros entre 5.5mm y 12.70mm, en el cual las muestras sufren una deformación por aplastamiento, con la finalidad de detectar las grietas existentes en el producto que pudieran cambiar la calidad y disminuir el nivel de aplicación del mismo en el ámbito de tortillería y tuercas.

Las actividades específicas para la realización de este tipo de ensayo se encuentra reflejadas en las practicas operativas (PRALAL07004 - Ensayo de recalado a las muestras de alambón en el proceso de laminación.).

A continuación se muestran los tiempos tomados para los elementos (sub-actividades) que conforman este ensayo.

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Observado (ciclos)							Σr	Promedio T(s)	TPS	Desviación Estandar (S)	
		T1	T2	...	T27	T28	T29	T30					
1	Selecciona Muestras	T	1,74	1,50	....	1,65	1,33	1,74	1,81	48,070	1,602	1,602	0,2230
		L	1,74	1,50	....	1,65	1,33	1,74	1,81	48,070	1,602		
2	Corta Muestra para recalcar	T	9,06	7,91	....	5,70	8,20	6,03	7,15	219,820	7,327	7,327	0,9919
		L	10,80	9,41	....	7,35	9,53	7,77	8,96	267,890	8,930		
3	Hace recalcado	T	15,26	18,22	....	24,71	22,50	19,92	24,51	642,520	21,417	21,417	2,7800
		L	26,06	27,63	....	32,06	32,03	27,69	33,47	910,410	30,347		
4	Col. Muestra/resultado en mesa	T	3,69	3,72	....	4,66	4,25	3,87	5,90	144,610	4,820	4,820	1,2353
		L	29,75	31,35	....	36,72	36,28	31,56	39,37	1055,020	35,167		
5	Inspecciona Resultado Menor cantidad de Grietas	T	19,14	14,50	....	18,78	15,50	29,10	16,74	668,840	22,295	22,295	5,3979
		L	48,89	45,85	....	55,50	51,78	60,66	56,11	1723,860	57,462		
6	Identifica Muestras (Qty Grietas, Defecto, N° muestra)	T	31,22	43,74	....	25,87	47,96	29,81	39,54	978,080	32,603	32,603	8,4025
		L	80,11	89,59	....	81,37	99,74	90,47	95,65	2701,940	90,065		
7	Almacena Muestra resultado	T	3,29	2,50	....	1,15	3,05	1,16	3,10	58,310	1,944	1,944	0,7819
		L	83,40	92,09	....	82,52	102,79	91,63	98,75	2760,250	92,008		
									Tiempo Total en seg.	2760,250	TPS seg.	92	2,8304
									Tiempo Total en min.	46,004	TPS min.	1,533	
											Desv Stand Promedio		

Tabla 6.7 Tiempos de ejecución del ensayo de recalcado

Para ver la tabla completa, ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls- hoja: Recalcado – tiempo de duración ensayo de Recalcado)

6.1.3.1 Procedimiento estadístico

Para este ensayo se tomaron 30 muestras, y se mantuvo fijo el nivel de confianza en 95%

- Grados de libertad $\square v = n - 1$
 $v = 30 - 1$
 $v = 29$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 29) = 1,729$$

Los valores para el cálculo estadístico de aceptación del tamaño de la muestra se presentan resumidos en una tabla junto a la calificación de velocidad y a las definiciones operacionales de los factores de fatiga.

Factores que influyen en el cálculo de la carga de trabajo								
Ensayo de Recalcado	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga				Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse			
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación		
	Temperatura	1	5	Habilidad	B1 Excelente	0,11		
	Cond. ambientales	1	5	Esfuerzo	F1 Deficiente	-0,12		
	Humedad	1	5		Condiciones	B Excelente	0,04	
	Nivel de Ruido	1	5	Consistencia		C Buena	0,01	
	Iluminación	1	5		C			0,04
	Duración del Trabajo	1	20	Cv (Cv=1+C)			1,04	
	Repetición del ciclo	3	60	Calculo Estadístico Basados en T Student				
	Esfuerzo Físico	N/A	0	n	v	Nc%	α	α/2
Esf. Mental y Visual	3	30	30	29	95	0,05	0,025	
Posición del Trabajo	2	20	t				tc	
TOTAL		155		29		0,025		1,699
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla						
Clase	JET en min	Limite de Clase	0-156					
155	450	Clase	A1					
		Concesión fatiga %	1					

Tabla 6.8 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal (Ensayo de recalcado).

Tomando en cuenta los valores necesarios (tc, n) reflejados en la tabla 6.8 más los valores de Tiempo promedio seleccionado (TPS) y las desviaciones estándares para cada elemento ó sub-actividad, se procede a calcular si el número de muestras tomadas para esta actividad son suficientes o es necesario recalculer el tamaño de la muestra; de tal modo se presenta a continuación de forma resumida los resultados de los cálculos de aceptación para el tamaño de la muestra, para el ensayo de recalcado.

N°	Actividad (Elemento)	Análisis Estadístico								
		Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
		X prom (min)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
1	Selecciona Muestras	1,602	0,2230	1,699	30	1,6715	1,5332	0,1383	0,1383	Se Acepta
2	Corta Muestra para recalcar	7,327	0,9919			7,6350	7,0197	0,6153	0,6153	Se Acepta
3	Hace recalcado	21,417	2,7800			22,2797	20,5550	1,7247	1,7247	Se Acepta
4	Col. Muestra/resultado en mesa	4,820	1,2353			5,2035	4,4371	0,7664	0,7664	Se Acepta
5	Inspecciona Resultado Menor cantidad de Grietas	22,295	5,3979			23,9690	20,6203	3,3488	3,3488	Se Acepta
6	Identifica Muestras (Qty Grietas, Defecto, N° muestra)	32,603	8,4025			35,2091	29,9963	5,2128	5,2128	Se Acepta
7	Almacena Muestra resultado	1,944	0,7819			2,1862	1,7011	0,4851	0,4851	Se Acepta

Tabla 6.9 Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para el ensayo de recalcado

Como se observa en la tabla anterior se acepta un tamaño de muestra de 30 tiempos para cada elemento que conforman la actividad de recalcado, por lo cual se continua calculando el tiempo normal de ejecución de la actividad.

6.1.3.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.3.2.1 Calificación de Velocidad

Clasificación de Velocidad del Operario		
Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	B1 Excelente	0,11
Esfuerzo	F1 Deficiente	-0,12
Condiciones	B Excelente	0,04
Consistencia	C Buena	0,01
C		0,04
Cv (Cv=1+C)		1,04

Tabla 6.10 Calificación de velocidad del Ensayo de Recalcado.

Como se muestra en la tabla 6.10 en la sección de calificación de velocidad según en sistema Westinghouse, se tiene que $Cv = 1.04$, lo que indica que para esta actividad el trabajador desempeña un 4% de velocidad por encima del estándar, esto influenciado por las buenas condiciones ambientales donde se realiza el ensayo y motivado a que el trabajador no debe realizar ningún esfuerzo físico más que el de caminar.

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Normal $TN = TPS * Cv$			Tiempo Normal Total	
		TPS	Cv	TN	Min	Hrs
1	Selecciona Muestras	1,602	1,04	1,6664	1,59	0,03
2	Corta Muestra para recalcar	7,327		7,6204		
3	Hace recalcado	21,417		22,2740		
4	Col. Muestra/resultado en mesa	4,820		5,0131		
5	Inspecciona Resultado Menor cantidad de Grietas	22,295		23,1865		
6	Identifica Muestras (Qty Grietas, Defecto, N° muestra)	32,603		33,9068		
7	Almacena Muestra resultado	1,944		2,0214		

Tabla 6.11 Tiempo Normal del Ensayo de Recalcado.

Se puede percibir en la tabla anterior que el tiempo normal de ejecución del ensayo de recalcado para una muestra es de 1.59min, por lo que ahora se determina el suplemento por concepto de fatiga para esta actividad.

6.1.3.2.2 Determinación de la Fatiga

Como se ve en la tabla 6.8 en la sección de definiciones operacionales de los factores de fatiga, el suplemento por este concepto para la actividad de recalcado es del 1%. Es importante resaltar que este ensayo se realiza bajo las mismas condiciones ambientales que el ensayo de decalaminado, sin embargo para este caso no se realiza más esfuerzo físico que el de caminar y sostener las muestras de alambrón con una dimensión mínima en comparación con los rollos de alambrón, ya que el aplastado de la muestra se realiza por medio de una máquina hidráulica, sin embargo si existe un alto esfuerzo visual, motivado a que es un ensayo netamente de calidad donde se deben detectar las más mínimas grietas en la muestra.

Una vez determinados los tiempos estándares de los ensayos más críticos exigidos por los clientes y que como en el caso del decalaminado, originaron un reclamo de no conformidad por parte del cliente VICSON al no realizarse el mismo, al igual que ya analizadas las condiciones que se tomaran en cuenta para el cálculo de la carga de trabajo de los técnico de Aseguramiento de la calidad del tren de alambrón (condición promedio real y condición estándar), y analizadas sus representatividades en cada situación de laminación estudiada durante tres meses, que enmarcan el calculo requerido, se procede a determinar los tiempos estándares de ejecución de cada una de las actividades que realizan los sujetos en estudio.

Debido a la diversas actividades que deben realizar los técnicos, y que las mismas se encuentran estrechamente relacionadas con las características del producto y el cliente para el cual se destinen los mismos; los sujetos en estudio (2 técnicos de aseguramiento de la calidad), se dividen las actividades que se deben realizar en una jornada de trabajo para disminuir la cantidad de carga en ellos; es por esto que se realizó el estudio por separado analizando las variables que influyen en la carga de trabajo de cada uno. Más adelante se presenta un esquema del cuadro de tiempos que se diseño y utilizo para la determinación del tiempo normal de trabajo por cada actividad en una jornada de trabajo.

6.1.4 Técnico de Aseguramiento N° 1 (en Línea)

Para el primer técnico en estudio se consideraron las siguientes actividades que desarrolla: medición del diámetro del alambón, inspecciones al material, resoluciones de inconvenientes (mezcla de material, no conformidad de los rollos, entre otras), ir hasta el pulpito N°5 a buscar información de los rollos (peso, número de consecutivo, número de la chapa de identificación), llenar formatos manuales y libro de reportes del turno, vaciar información en el sistema de piso de planta de la intranet de TERNIUM SIDOR (<http://sidornet/>), y realizar recorridos por la zona de volcadoras (ver apéndice1).

A continuación se presenta el esquema de tabla que se utilizó para la anotación de los tiempos de duración en la ejecución de los elementos que conforman cada actividad antes mencionada; este formato de tabla tiene las mismas características que la tabla que se utilizó para la toma de tiempos de los ensayos de dec laminado y recalcado, así como para todo el estudio desarrollado.

Una vez obtenido mediante la tabla en tiempo Promedio seleccionado (TPS) de cada sub-actividad, se procede a determinar si el tamaño de la muestra tomada para cada sub-actividad es aceptable.

6.1.4.1.1 Procedimiento estadístico

Para determinar si el tamaño de la muestra es aceptable se mantiene un nivel de confianza (Nc) de 95%, a continuación se presentan los datos importantes para el cálculo del estadístico “*t student*”: (Ver anexo 4)

- Grados de libertad $\square \nu = n - 1$

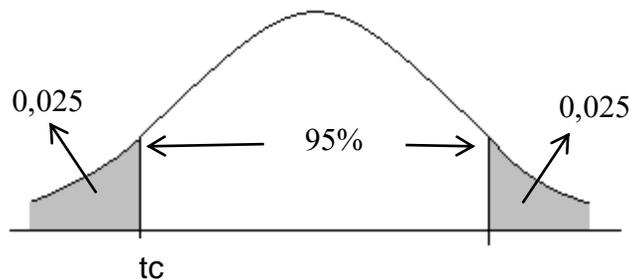
$$\nu = 30 - 1$$

$$\nu = 29$$

- $\alpha = 1 - Nc$

$$\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$$

$$\alpha/2 = 0,025$$



$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 29) = 1,699$$

Todos estos datos aparecen resumidos en la tabla que se presenta a continuación.

Factores que influyen en el calculo del Tiempo Normal								
Verificación de Diámetro	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga				Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse			
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación		
	Temperatura	4	40	Habilidad	B1	Excelente 0,11		
	Cond. ambientales	2	10	Esfuerzo	F1	Deficiente -0,12		
	Humedad	3	15		F	Deficiente -0,07		
	Nivel de Ruido	3	20	Consistencia	c	Buena 0,01		
	Iluminación	1	5		C	-0,07		
	Duración del Trabajo	2	40	Cv (Cv=1+C)		0,93		
	Repetición del ciclo	3	60	Cálculo Estadístico Basados en T Student				
	Esfuerzo Físico	1	20	n	v	Nc%	α	α/2
Esf. Mental y Visual	3	30	30	29	95	0,05	0,025	
Posición del Trabajo	2	20	t		tc			
TOTAL		260		29	0,025		1,699	
Clase	JET en min	Limite de Clase	255-261					
260	450	Clase	D1					
		Conseción fatiga %	16					

Tabla 6.13 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para la medición del Diámetro de los rollos de alambón.

Continuando con el procedimiento estadístico para determinar el tamaño de la muestra, se aplican los pasos del mismo para cada uno de los elementos de esta actividad.

- **Elemento 1:** Traslados Hasta CTI

$$\bar{X} = 8,511 \text{ seg.}$$

$$I = 8,511 \pm \frac{1,699 \times 2,5162}{(30)^{1/2}}$$

$$S = 2,5162$$

$$(30)^{1/2}$$

$$tc = 1,699$$

$$I_s = 9,2918 \text{ seg.}$$

$$I_i = 7,7308 \text{ seg.}$$

$$n = 30$$

$$I_{total} = 1,5610 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 2,5162}{(30)^{1/2}}$$

$$I_m = 1,5610 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{total}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

- **Elemento 2:** Detiene carro CTI

$$\bar{x} = 1,378 \text{ seg.}$$

$$l = 1,378 \pm \frac{1,699 \times 0,3445}{(30)^{1/2}}$$

$$S = 0,3445$$

$$t_c = 1,699$$

$$I_s = 1,4849 \text{ seg.} \quad I_i = 1,2711 \text{ seg.}$$

$$n = 30$$

$$I_{\text{total}} = 0,2137 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 0,3445}{(30)^{1/2}}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

$$I_m = 0,2137 \text{ seg.}$$

- **Elemento 3:** Selecciona espiras

$$\bar{x} = 12,172 \text{ seg.}$$

$$l = 12,172 \pm \frac{1,699 \times 3,8933}{(30)^{1/2}}$$

$$S = 3,8933$$

$$t_c = 1,699$$

$$I_s = 13,3800 \text{ seg.} \quad I_i = 10,9647 \text{ seg.}$$

$$n = 30$$

$$I_{\text{total}} = 2,4153 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 3,8933}{(30)^{1/2}}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

$$I_m = 2,4153 \text{ seg.}$$

- **Elemento 4:** Toma medida 1

$$\bar{x} = 7,041 \text{ seg.}$$

$$l = 7,041 \pm \frac{1,699 \times 4,1585}{(30)^{1/2}}$$

$$S = 4,1585$$

$$t_c = 1,699$$

$$I_s = 8,3306 \text{ seg.} \quad I_i = 5,7507 \text{ seg.}$$

$$n = 30$$

$$I_{\text{total}} = 2,5799 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 4,1585}{(30)^{1/2}}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

$$I_m = 2,5799 \text{ seg.}$$

- **Elemento 5:** Anota medida 1

$$\bar{x} = 3,673 \text{ seg.}$$

$$S = 1,5178$$

$$t_c = 1,699$$

$$n = 30$$

$$I = 3,673 + \frac{1,699 \times 1,5178}{(30)^{1/2}}$$

$$I_s = 4,1441 \text{ seg.} \quad I_i = 3,2025 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 0,9416 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 1,5178}{(30)^{1/2}}$$

$$I_m = 0,9416 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

- **Elemento 6:** Toma medida 2

$$\bar{x} = 6,477 \text{ seg.}$$

$$S = 3,4336$$

$$t_c = 1,699$$

$$n = 30$$

$$I = 6,477 + \frac{1,699 \times 3,4336}{(30)^{1/2}}$$

$$I_s = 7,5424 \text{ seg.} \quad I_i = 5,4122 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 2,1302 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 3,4336}{(30)^{1/2}}$$

$$I_m = 2,1302 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

- **Elemento 7:** Anota medida 2

$$\bar{x} = 2,888 \text{ seg.}$$

$$S = 0,6817$$

$$t_c = 1,699$$

$$n = 30$$

$$I = 2,888 + \frac{1,699 \times 0,6817}{(30)^{1/2}}$$

$$I_s = 3,0998 \text{ seg.} \quad I_i = 2,6769 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 0,4229 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 0,6817}{(30)^{1/2}}$$

$$I_m = 0,4229 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

- **Elemento 8:** Toma medida 3

$$\bar{X} = 6,865 \text{ seg.}$$

$$S = 3,2575$$

$$t_c = 1,699$$

$$n = 30$$

$$I = 6,865 \pm \frac{1,699 \times 3,2575}{(30)^{1/2}}$$

$$I_s = 7,8755 \text{ seg.}$$

$$I_i = 5,8545 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 2,0209 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 3,2575}{(30)^{1/2}}$$

$$I_m = 2,0209 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

- **Elemento 9:** Anota medida 3

$$\bar{X} = 2,564 \text{ seg.}$$

$$S = 1,0845$$

$$t_c = 1,699$$

$$n = 30$$

$$I = 2,564 \pm \frac{1,699 \times 1,0845}{(30)^{1/2}}$$

$$I_s = 2,9007 \text{ seg.}$$

$$I_i = 2,2279 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 0,6728 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 1,0845}{(30)^{1/2}}$$

$$I_m = 0,6728 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de

- **Elemento 10:** Pone en marcha CTI

$$\bar{X} = 1,243 \text{ seg.}$$

$$S = 0,3279$$

$$t_c = 1,699$$

$$n = 30$$

$$I = 1,243 \pm \frac{1,699 \times 0,3279}{(30)^{1/2}}$$

$$I_s = 1,3444 \text{ seg.}$$

$$I_i = 1,1409 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 0,2034 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 0,3279}{(30)^{1/2}}$$

$$I_m = 0,2034 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

- **Elemento 11:** Traslado hasta oficina

$$\bar{X} = 76,319 \text{ seg.}$$

$$S = 52,5584$$

$$t_c = 1,699$$

$$n = 30$$

$$I = 76,319 \pm \frac{1,699 \times 52,5584}{(30)^{1/2}}$$

$$I_s = 92,6219 \text{ seg.}$$

$$I_i = 60,0154 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 32,6065 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 52,5584}{(30)^{1/2}}$$

$$I_m = 32,6065 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

- **Elemento 12:** Vacía información en PC

$$\bar{X} = 122,143 \text{ seg.}$$

$$S = 20,3665$$

$$t_c = 1,699$$

$$n = 30$$

$$I = 122,143 \pm \frac{1,699 \times 20,3665}{(30)^{1/2}}$$

$$I_s = 128,4602 \text{ seg.}$$

$$I_i = 115,8251 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 12,6351 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 20,3665}{(30)^{1/2}}$$

$$I_m = 12,6351 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

- **Elemento 13:** Llena formato manual

$$\bar{X} = 98,091 \text{ seg.}$$

$$S = 47,5557$$

$$t_c = 1,699$$

$$n = 30$$

$$I = 98,091 \pm \frac{1,699 \times 47,5557}{(30)^{1/2}}$$

$$I_s = 112,8428 \text{ seg.}$$

$$I_i = 83,3399 \text{ seg.}$$

$$I_{\text{total}} = 29,5030 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 47,5557}{(30)^{1/2}}$$

$$I_m = 29,5030 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{\text{total}}$, se aceptan las 30 observaciones realizadas (n), para la operación de medición de diámetro.

Todos estos resultados se encuentran resumidos en la Tabla 6.15 Análisis estadístico de las muestras y Tiempos normales de cada elemento.

6.1.4.1.2 Cálculo del Tiempo Normal

El cálculo del tiempo normal viene dado por la formula:

$$TN = TPS \times Cv$$

Para ello se toman los tiempos promedios seleccionados (TPS) de la Tabla 6.1 Tiempos de sub-actividades en la medición del diámetro de Alambroón.

6.1.4.1.2.1 Calificación de Velocidad

Basándonos en la tabla de sistema Westinghouse (ver anexo 2), se estableció que:

Clasificación de Velocidad del Operario		
Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	B1 Excelente	0,11
Esfuerzo	F1 Deficiente	-0,12
Condiciones	F Deficiente	-0,07
Consistencia	c Buena	0,01
C		-0,07
Cv (Cv=1+C)		0,93

Tabla 6.14 Calificación de velocidad de la medición de diámetro

Habilidad: se clasifica califica como excelente debido a la gran facilidad que tiene el técnico para realizar esta actividad, cabe destacar que son trabajadores que llevan entre 25 y 30 años desempeñado estas labores en la planta.

Esfuerzo: se califica como deficientes, puesto que para esta actividad el técnico de aseguramiento no debe realizar ningún esfuerzo físico más que el de desplazarse hasta el material al que le va a inspeccionar el diámetro.

Condiciones: en este caso se consideran deficientes, puesto que el ambiente de trabajo donde se efectúa esta actividad de medición de diámetro es un poco hostil, presentándose temperaturas extremas en el material que se esta verificando, altos niveles de ruido, entre otras cosas.

Consistencia: algunos valores a medida que se repite la operación van aumentando, lo cual indica un margen considerable en los valores al comenzar la jornada, y al terminar.

Como se puede observar en la tabla 6.14 la calificación de velocidad de los técnicos en estudio para esta actividad es de 0.93, lo que indica que los técnicos se encuentran trabajado con un 7% de ineficiencia de lo que lo haría un técnico promedio para esta actividad.

Con los datos reflejados en las tablas 6.12 y 6.13 se procede a calcular el tiempo normal para cada una de los elementos (sub-actividades) que comprenden a la medición del diámetro de los rollos de alambón. Estos tiempos se presentan resumidos en la siguiente tabla:

N°	Actividad (Elemento)	Análisis Estadístico									Tiempo Normal			Tiempo Normal Total	
		Datos		Determinación del tamaño de las muestras							TN=TPS*Cv			Min	Hrs
		X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión	TPS	Cv	TN (Seg)		
1	Traslado hasta CTI	8,511	2,5162	1,699	30	9,2918	7,7308	1,5610	1,5610	Se Acepta	8,511	0,93	7,9155	5,18	0,086
2	Detiene carro CTI	1,338	0,2169			1,4049	1,2703	0,1346	0,1346	Se Acepta	1,338		1,2440		
3	Selecciona Espiras	10,964	2,3740			11,7002	10,2274	1,4728	1,4728	Se Acepta	10,964		10,1964		
4	Toma medida 1	7,041	4,1585			8,3306	5,7507	2,5799	2,5799	Se Acepta	7,041		6,5478		
5	Anota medida 1	3,673	1,5178			4,1441	3,2025	0,9416	0,9416	Se Acepta	3,673		3,4162		
6	Toma medida 2	6,477	3,4336			7,5424	5,4122	2,1302	2,1302	Se Acepta	6,477		6,0239		
7	Anota medida 2	2,888	0,6817			3,0998	2,6769	0,4229	0,4229	Se Acepta	2,888		2,6862		
8	Toma Medida 3	6,865	3,2575			7,8755	5,8545	2,0209	2,0209	Se Acepta	6,865		6,3845		
9	Anota medida 3	2,564	1,0845			2,9007	2,2279	0,6728	0,6728	Se Acepta	2,564		2,3848		
10	Pone en marcha CTI	1,249	0,2453			1,3247	1,1725	0,1522	0,1522	Se Acepta	1,249		1,1612		
11	Traslado hasta oficina	62,508	26,6083			70,7612	54,2538	16,5075	16,5075	Se Acepta	62,508		58,1320		
12	Vacia información en PC	122,143	20,3665			128,4602	115,8251	12,6351	12,6351	Se Acepta	122,143		113,5927		
13	Llena Formato manual	98,091	47,5557			112,8428	83,3399	29,5030	29,5030	Se Acepta	98,091		91,2249		

Tabla 6.15 Análisis estadístico de las muestras y Tiempos normales de cada elemento

Como se puede observar en la tabla 6.15 el Tiempo Normal de ejecución de la medición del diámetro de los rollos de Alambón es de 5.42min por rollo.

6.1.4.1.3 Determinación de la Fatiga

Un paso importante es la normalización de las tolerancias variables, como lo es la fatiga o sentimiento de cansancio del operario. Para esto se utiliza el método sistemático, el cual provee una tabla, a través de la cual se puntualizan las condiciones que perturban al operario durante la jornada de trabajo (ver Anexo 3)

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga		
Factor	Grado	Puntos
Temperatura	4	40
Cond. ambientales	2	10
Humedad	3	15
Nivel de Ruido	3	20
Iluminación	1	5
Duración del Trabajo	2	40
Repetición del ciclo	3	60
Esfuerzo Físico	1	20
Esf. Mental y Visual	3	30
Posición del Trabajo	2	20
TOTAL		260

Tabla 6.16 Factores operacionales para la determinación de la fatiga en la medición de diámetro

Temperatura: se considera de grado 4 puesto que el ambiente de trabajo presenta poca circulación de las masas de aire, además de presentar elevadas temperaturas, por encima de los 50°C

Condiciones Ambientales: Se presenta un ambiente de planta, sin aire acondicionado, ocasionalmente se presenta mala ventilación.

Humedad: Se percibe alta humedad en el área de operaciones, así como también la ropa de los trabajadores humedecida.

Nivel de ruido: Por ser un ambiente de planta con un proceso siderúrgico, donde se va transformando la forma física del producto, es necesario el uso de grandes maquinarias que trabajan en ritmo constante, lo que origina fuertes ruidos de manera constante.

Iluminación: existe una buena iluminación en la planta, por medio de faros de luz fluorescente, lo que facilita la visión del personal que labora en planta.

Duración del Trabajo: Operación la cual se puede completar en 15min. ó menos.

Repetición del ciclo: se le asigna el grado 3 puesto que la medición del diámetro es una operación que se debe realizar cada 30min. Como lo establecen las prácticas operativas, por lo que la ocurrencia de la actividad es de más de 10 veces por turno.

Esfuerzo físico: el técnico de aseguramiento no realiza gran esfuerzo físico en esta actividad más que caminar hasta el material a verificar, y el de manipulación de un tornillo micrométrico (herramienta de verificación)

Esfuerzo mental y visual: se considera de grado 3 debido a que la actividad que se realiza es de inspección de calidad y requiere una alta atención visual y mental de los mismos.

Posición de trabajo: por las características de la actividad el trabajo se realiza parada, en combinación con el caminar y una vez que se finaliza un ciclo en técnico se puede sentar.

6.1.4.2 Actividad 2 (Inspecciones)

Esta es una actividad que realiza el técnico de aseguramiento netamente visual, que le permite garantizar la calidad superficial de los rollos, para la

ejecución de esta actividad aparece un factor que modifica la ocurrencia, este factor es el cliente, en el caso de VICSON y ALMAGAL, requieren que se realicen inspecciones al 75% de los rollos por cada colada, mientras que TORCAR exige que se inspeccionen el 100% de los rollos, y cuando se lamina para cualquier otro cliente solo se realizan inspecciones al 5% de los rollos por colada.

A continuación se presenta la tabla de tiempos para la actividad de inspección, esta tabla tiene las mismas características de la tabla de actividad 1 (medición de diámetros)

N°	Actividad	T	Tiempo Observado (ciclos)					Σ_T	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T14	T15			
1	Inspecciones visuales	T	28,90	12,09	...	20,83	24,10	383,260	25,551	12,9324

Tabla 6.17 Tiempos de inspección visual de los rollos de alambón

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls-hoja: TAC en Línea - Tiempos del TAC en inspecciones)

6.1.4.2.1 Procedimiento estadístico

Para realizar este procedimiento estadístico de aceptación del tamaño de la muestra se establecen las mismas premisas que en la actividad anterior, Nivel de confianza (Nc) 95%, lo que indica que se permite un error de 5% en los datos, pero ahora con un tamaño de muestra de 15, se determinan los factores que se utilizan para la búsqueda en la tabla “T Student” (ver anexo4)

- Grados de libertad $\square \nu = n - 1$
 $\nu = 15 - 1$
 $\nu = 14$

- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$tc = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 14) = 1,761$$

En la siguiente tabla se presentan los distintos factores que influyen en el cálculo del tiempo normal de ejecución de esta actividad, incluidos los datos y factores extraídos de la tabla “T student” para el cálculo estadístico.

Factores que influyen en el calculo del Tiempo Normal							
Inspecciones del Material	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse			
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación	
	Temperatura	4	40	Habilidad	B1 Excelente	0,11	
	Cond. ambientales	2	10	Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17	
	Humedad	3	15				
	Nivel de Ruido	3	20	Condiciones	F Deficiente	-0,07	
	Iluminación	1	5				
	Duración del Trabajo	1	20	Consistencia	c Buena	0,01	
	Repetición del ciclo	3	60				
	Esfuerzo Físico	N/A	0	C			
Esf. Mental y Visual	4	50	Cv (Cv=1+C)				
Posición del Trabajo	2	20	0,88				
TOTAL			240				
Cálculo Estadístico Basados en T Student							
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla		n	v	Nc%	
Clase	JET en min	Límite de Clase	234-240	15	14	95	
		Clase	C3	t			0,025
240	450	Concesión fatiga %	13	14		0,025	1,761

Tabla 6.18 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para las inspecciones

- Elemento:** Inspecciones Visuales

$$\bar{X} = 25,551 \text{ seg.}$$

$$S = 12,9324$$

$$tc = 1,761$$

$$I = 25,551 \pm 1,761 \times 12,9324$$

$$n = 15$$

$$(15)^{1/2}$$

$$I_s = 31,4309 \text{ seg.}$$

$$I_i = 19,6704 \text{ seg.}$$

$$I_{total} = 11,7605 \text{ seg.}$$

$$I_m = \frac{2 \times 1,699 \times 12,9324}{(15)^{1/2}}$$

$$I_m = 11,7605 \text{ seg.}$$

Debido a que $I_m = I_{total}$, se aceptan las 15 observaciones realizadas (n), para la operación de inspecciones visuales.

6.1.4.2.2 Cálculo del Tiempo Normal

El cálculo del tiempo normal viene dado por la formula:

$$TN = TPS \times Cv$$

Para ello se toman los tiempos promedios seleccionados (TPS) de la Tabla 6.4 Tiempos de inspección visual de los rollos de alambón.

6.1.4.2.2.1 Calificación de Velocidad

Basándonos en la tabla de sistema Westinghouse (ver anexo 2), se estableció que:

Clasificación de Velocidad del Operario		
Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	B1 Excelente	0,11
Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17
Condiciones	F Deficiente	-0,07
Consistencia	c Buena	0,01
C		-0,12
Cv (Cv=1+C)		0,88

Tabla 6.19 Calificación de velocidad para las inspecciones visuales

En este caso se considera el esfuerzo deficiente puesto que no se realiza ningún esfuerzo físico más que el de trasladarse hasta los rollos a inspeccionar, sin embargo el esfuerzo que más se presenta es visual, debido a que los técnicos tienen que ser muy minuciosos con las inspecciones pues deben ratificar la calidad superficial del producto; de igual se consideran las condiciones como deficientes puesto que las inspecciones las deben realizar plena línea como es debido, sin embargo el ambiente de trabajo es un poco agresivo en aspectos como temperatura y niveles de ruido. Como se puede observar en la tabla 6.19, la calificación de velocidad es de 0,88 es decir que los técnicos en esta actividad trabajan un 12% por debajo del estándar considerado para un operario normal, esto debido a las condiciones de trabajo a las que es sometido.

Con los datos que se obtienen de la toma de tiempos y de la calificación de velocidad de los técnicos y haciendo uso de la fórmula para el cálculo del tiempo normal se procede a calcular el mismo.

Tiempo Normal $TN = TPS * Cv$			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
25,551	0,88	22,485	0,37	0,01

Tabla 6.20 Tiempo Normal de las Inspecciones Visuales

Como se puede observar queda determinado que el tiempo Normal en que se deben realizar las inspecciones visuales es de 0,37min. ó 22,485seg. por rollo.

6.1.4.2.3 Determinación de la Fatiga

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga		
Factor	Grado	Puntos
Temperatura	4	40
Cond. ambientales	2	10
Humedad	3	15
Nivel de Ruido	3	20
Iluminación	1	5
Duración del Trabajo	1	20
Repetición del ciclo	3	60
Esfuerzo Físico	N/A	0
Esf. Mental y Visual	4	50
Posición del Trabajo	2	20
TOTAL		240

Tabla 6.21 Factores operacionales para la determinación de la fatiga para las inspecciones

En este caso, la duración del trabajo se le asigna un grado 1, debido a que las inspecciones visuales son una actividad que se puede realizar en menos de un (1) minuto; de igual forma el esfuerzo físico se considera nulo, puesto que los técnicos para la ejecución de esta actividad no realizan ningún tipo de esfuerzo en la carga de materiales entre otra cosas, sin embargo el esfuerzo mental y visual se considera de grado 4 puesto que es aquí donde se realiza mayor esfuerzo por parte de estos, debido a que deben ser muy minuciosos en las inspecciones a pesar de que estas pueden ser completadas en 1 minuto o menos por rollo, pero deben ser cuidadosos con las características de calidad física de cada rollo, para que no se vea afectado el nivel de conformidad del producto por los clientes.

6.1.4.3 Actividad 3 (Llena formatos manuales y libro de reportes)

Esta es otra de las actividades que forman parte de la jornada de trabajo de los técnicos de aseguramiento de la calidad del tren de Alambrón, pero es importante resaltar que no es la misma que se efectúa en la actividad 1 de medición de diámetros; esta actividad esta formada por el llenado de formatos manuales, que están relacionados con las inspecciones y el llenado de los libros de reportes de turno, donde se notifican las novedades y situaciones tanto normales como anormales en la laminación o el material.

Para esta actividad se tomaron 30, a continuación se presenta una tabla resumen de dichos tiempos, lo cual nos permite extraer el tiempo promedio y la desviación estándar para los cálculos de aceptación del tamaño de la muestra y los cálculos del tiempo Normal de ejecución.

N°	Actividad (Elemento)	T	Tiempo Observado (ciclos)					ΣT	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T29	T30			
1	Llenar formatos manuales	T	68,79	300,84	...	124,33	184,19	4994,270	166,476	101,2492

Tabla 6.22 Tiempo de duración en el llenado de formatos manuales y libro de reportes

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls- hoja: TAC en Línea – Tiempos del TAC llenando formatos manuales y libro de reportes)

6.1.4.3.1 Procedimiento estadístico

Se considera un nivel de confianza (N_c) de 95%, y 30 muestras

- Grados de libertad $\square \nu = n - 1$
 $\nu = 30 - 1$
 $\nu = 29$

- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$tc = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 29) = 1,699$$

En la siguiente tabla se presentan los distintos factores que influyen en el cálculo del tiempo normal de ejecución de esta actividad, incluidos los datos y factores extraídos de la tabla “T student” para el cálculo estadístico.

Factores que influyen en el calculo del Tiempo Normal								
Llenado de Formatos manuales	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse				
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación		
	Temperatura	1	5	Habilidad	A1	0,15		
	Cond. ambientales	1	5	Esfuerzo	Extrema	-0,17		
	Humedad	1	5		Deficiente			
	Nivel de Ruido	1	5	Condiciones	B	0,04		
	Iluminación	1	5		Excelentes			
	Duración del Trabajo	2	40	Consistencia	C	0,01		
	Repetición del ciclo	1	20		Buena			
	Esfuerzo Físico	N/A	0	C		0,03		
Esf. Mental y Visual	1	10	Cv (Cv=1+C)					
Posición del Trabajo	1	10	1,03					
TOTAL		105		Cálculo Estadístico Basados en T Student				
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla		n	v	Nc%	α	$\alpha/2$
Clase	JET en min	Limite de Clase	0-156	30	29	95	0,05	0,025
105	450	Clase	A1	t				
		Concesión fatiga %	1	29		0,025		1,699

Tabla 6.23 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para el llenado de formatos manuales

Tomando el TPS, la desviación estándar para esta actividad y aplicando las formulas respectivas para el cálculo estadístico de aceptación del tamaño de la muestra se tiene:

- Elemento:** Llenado de formatos manuales y libro de reportes

Análisis Estadístico								
Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
166,476	101,2492	1,699	30	197,8825	135,0688	62,8137	62,8137	Se acepta

Tabla 6.24 Análisis estadístico para el llenado de formatos manuales

En conclusión se acepta una muestra de 30 tiempos para esta actividad debido a que el Intervalo Total es igual al intervalo medio.

6.1.4.3.2 Cálculo del Tiempo Normal

El cálculo del tiempo normal viene dado por la formula:

$$TN = TPS \times Cv$$

Para ello se toman los tiempos promedios seleccionados (TPS) de la Tabla 6.6 Tiempos de llenado de formatos manuales y libro de reportes.

6.1.4.3.2.1 Calificación de Velocidad

Para esto ver tabla 6.23 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para el llenado de formatos manuales, en las sección de calificación de velocidad, basándonos en el método Westinghouse.

Para esta actividad se consideran las condiciones como excelentes debido a se ejecuta en un ambiente de oficina con aire acondicionado, en posición sentado. Para esta ocasión se determina que la actividad se ejecuta con un 3% de velocidad más de lo que lo realizaría un técnico promedio.

A continuación se presenta el cálculo del tiempo Normal para esta actividad de llenado de formatos manuales y libros de reportes del turno.

Tiempo Normal TN=TPS*Cv			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
166,476	1,03	171,470	2,86	0,05

Tabla 6.25 Tiempo Normal del llenado de formatos manuales

Es fácil apreciar en la tabla el tiempo de duración de dicha actividad, el cual es de 2,86min. que analizando brevemente es un tiempo razonable puesto que es una actividad que se realiza de forma manual y bajo un ritmo tranquilo.

6.1.4.3.3 Determinación de la Fatiga

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga		
Factor	Grado	Puntos
Temperatura	1	5
Cond. ambientales	1	5
Humedad	1	5
Nivel de Ruido	1	5
Iluminación	1	5
Duración del Trabajo	2	40
Repetición del ciclo	1	20
Esfuerzo Físico	N/A	0
Esf. Mental y Visual	1	10
Posición del Trabajo	1	10
TOTAL		105

Tabla 6.26 Factores operacionales para la determinación de la fatiga en el llenado de formatos manuales.

Como se puede verificar en esta actividad las condiciones de trabajo bajo las que es sometido el técnico de aseguramiento son ideales para este trabajo (ver Anexo 3), en conclusión se observa que el suplemento que se debe dar al técnico por descanso de fatiga en esta actividad es el 1% del tiempo de trabajo.

6.1.4.4 Actividad 4 (Buscando consecutivo en Pulpito N° 5)

Esta es una actividad que esta estrechamente relacionada con el proceso de inspección del material, y el llenado de formatos manuales, debido a que el consecutivo, en el número con el que se sitúa un rollo al pasar por el pulpito número 5 y que en muchas ocasiones es distinto al número del gancho CTI (gancho o carro de enfriamiento de los rollos de alambrón) y que permite una

fácil identificación de su posición en la zona de enfriamiento a la hora de ocurrir algún inconveniente.

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Observado (ciclos)					ΣT	TPS	Desviación Estandar (S)	
		T1	T2	...	T19	T20				
1	Va al P5 por consecutivo	T	420,12	416,58	...	127,62	240,01	5764,520	288,226	140,6049

Tabla 6.27 Tiempo de duración en la actividad de ida al Pulpito 5 a buscar consecutivo

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls-hoja: TAC en Línea – Tiempos del TAC idas al pulpito 5 a buscar consecutivo)

6.1.4.4.1 Procedimiento estadístico

Se considera un nivel de confianza (Nc) de 95%, y 20 muestras

- Grados de libertad $\square \nu = n - 1$

$$\nu = 20 - 1$$

$$\nu = 19$$

- $\alpha = 1 - Nc$

$$\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$$

$$\alpha/2 = 0,025$$

$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 19) = 1,729$$

A continuación los factores que afectan al cálculo del tiempo Normal, y los datos que se utilizan para el cálculo estadístico del tamaño de la muestra.

Factores que influyen en el calculo del Tiempo Normal								
Va al P por consecutivo	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga				Clasificación de Velocidad del Operario			
					Sistema Westinghouse			
	Factor	Grado	Puntos		Factor	Nivel	Clasificación	
	Temperatura	4	40		Habilidad	A1	0,15	
	Cond. ambientales	2	10		Esfuerzo	Extrema	-0,17	
	Humedad	3	15			Deficiente		
	Nivel de Ruido	3	20		Condiciones	E	-0,03	
	Iluminación	1	5			Aceptable		
	Duración del Trabajo	2	40		Consistencia	C	0,01	
	Repetición del ciclo	1	20			Buena		
Esfuerzo Físico	N/A	0		C		-0,04		
Esf. Mental y Visual	2	20		Cv (Cv=1+C)		0,96		
Posición del Trabajo	2	20						
TOTAL			190	Cálculo Estadístico Basados en T Student				
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla		n	v	Nc%	α	α/2
Clase	JET en min	Límite de Clase	185-191	20	19	95	0,05	0,025
190	450	Clase	B1	t				tc
		Concesión fatiga %	6	19	0,025	1,729		

Tabla 6.28 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para la actividad de ida al P5 por consecutivo

Tomando el TPS, la desviación estándar para esta actividad y aplicando las formulas respectivas para el cálculo estadístico de aceptación del tamaño de la muestra se tiene:

- **Elemento:** Va al P5 por consecutivo

Análisis Estadístico								
Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
288,226	140,6049	1,729	20	342,5861	233,8659	108,7203	108,7203	Se acepta

Tabla 6.29 Análisis estadístico de aceptación de muestras para las ida al P5

Para este caso se acepta una muestra de 20 tiempos, como se puede observar el intervalo total es igual al intervalo medio.

6.1.4.4.2 Cálculo del Tiempo Normal

Haciendo uso de la formula antes mencionada e ingresando en ella el Tiempo promedio seleccionado y la calificación de velocidad para esta actividad se obtiene el tiempo normal; pero antes es necesario determinar la

calificación de velocidad del técnico de aseguramiento que desempeña esta labor.

6.1.4.4.2.1 Calificación de Velocidad

Para esto ver tabla 6.9 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para la actividad de ida al Pulpito 5 en busca del consecutivo, en las sección de calificación de velocidad, basándonos en el método Westinghouse.

En el caso de esta actividad la calificación de velocidad es de 0.96 lo cual indica que la actividad se esta realizando un 4% por debajo de la velocidad estándar, esto debido a la influencia algunas condiciones de trabajo, que a pesar de ser parecidas a las de las inspecciones, se consideran aceptables, pues el contacto con las elevadas temperaturas de los rollos de alambón es escaso, y que en las afueras del pulpito 5 existe un ventilador que refresca un poco el ambiente.

A continuación se presenta el cálculo del tiempo Normal para esta actividad.

Tiempo Normal $TN=TPS \cdot Cv$			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN	Min	Hrs
288,226	0,96	276,697	4,61	0,08

Tabla 6.30 Tiempo Normal de ida al P5 por consecutivo

Se puede apreciar que el tiempo normal de ejecución de esta actividad es de 4,61min. esto motivado al hecho de que están incluidos los tiempos de traslados de ida y regreso al P5 desde el área de inspección (línea – ver Apéndice 1)

6.1.4.4.3 Determinación de la Fatiga

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			
Factor		Grado	Puntos
Temperatura		4	40
Cond. ambientales		2	10
Humedad		3	15
Nivel de Ruido		3	20
Iluminación		1	5
Duración del Trabajo		2	40
Repetición del ciclo		1	20
Esfuerzo Físico		N/A	0
Esf. Mental y Visual		2	20
Posición del Trabajo		2	20
TOTAL			190
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla	
Clase	JET en min	Limite de Clase	185-191
190	450	Clase	B1
		Concesión fatiga %	6

Tabla 6.31 Factores operacionales para la determinación de la fatiga para las ida al P5 por consecutivo.

Para este caso una vez analizados cada uno de los factores que influyen en la determinación de la fatiga (ver anexo 3), se determina que el suplemento por concepto de fatiga que se debe otorgar al técnico de aseguramiento al realizar esta actividad es de 6% del tiempo de ejecución durante el turno, según las normas de TERNIUM SIDOR.

6.1.4.5 Actividad 5 (Resuelve inconvenientes)

La situación de resolución de inconvenientes se presenta esporádicamente en el tren de laminación, sin embargo es una actividad de la cual se hace cargo el técnico de aseguramiento a la hora de presentarse; dentro de los inconvenientes que muchas veces se presentan están: mezcla de materiales, laminación extra de palanquillas de una colada en la que no se informa a los técnicos en su debido momento, provocando el mal etiquetado, se consideró

también como resolución de inconvenientes cuando los técnicos deben trabajar con material no conforme, entre otros.

Dentro de los tiempos que se tomaron para esta actividad con la finalidad de obtener el TPS están:

N°	Actividad (Elemento)	T	Tiempo Observado (ciclos)					Σ_T	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T10	T11			
1	Resuelve inconvenientes	T	321,41	665,23	...	341,70	487,11	4530,720	411,884	137,4928

Tabla 6.32 Tiempo de duración en la actividad de resolución de inconvenientes

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls-
hoja: TAC en Línea – Resuelve Inconvenientes)

6.1.4.5.1 Procedimiento estadístico

Considerando un nivel de confianza (Nc) 95% y una muestra de 11 tiempos:

- Grados de libertad $\square \nu = n - 1$
 $\nu = 11 - 1$
 $\nu = 10$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 10) = 1,812$$

Los valores con los que se calificaron los factores que afectan al cálculo del tiempo Normal, son los siguientes:

Factores que influyen en el calculo del Tiempo Normal								
Resuelve Inconvenientes	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse				
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación		
	Temperatura	1	5	Habilidad	B1 Excelente	0,11		
	Cond. ambientales	1	5	Esfuerzo	E2 Aceptable	-0,08		
	Humedad	1	5					
	Nivel de Ruido	2	10	Condiciones	D Regulares	0		
	Iluminación	1	5					
	Duración del Trabajo	2	40	Consistencia	C Buena	0,01		
	Repetición del ciclo	1	20					
	Esfuerzo Físico	N/A	0	C		0,04		
Esf. Mental y Visual	2	20	Cv (Cv=1+C)		1,04			
Posición del Trabajo	1	10	Cálculo Estadístico Basados en T Student					
TOTAL		120	n	v	Nc%	α	$\alpha/2$	
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla		11	10	95	0,05	0,025
Clase	JET en min	Limite de Clase	0-156					
		Clase	A1					
120	450	Concesión fatiga %	1	t				tc
				10		0,025		1,812

Tabla 6.33 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal (resuelve inconvenientes)

Considerando los valores necesarios como el TPS y la desviación estándar (s) se procede a aplicar las formulas respectivas para el cálculo estadístico de aceptación del tamaño de la muestra, obteniéndose lo siguiente:

- **Elemento:** Resuelve inconvenientes

Análisis Estadístico								
Datos			Determinación del tamaño de las muestras					
X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
411,884	137,4928	1,812	11	487,0013	336,7660	150,2353	150,2353	Se acepta

Tabla 6.34 Análisis estadístico para las ida al P5 por consecutivo

Como se observa para esta actividad también se acepta el tamaño de la muestra tomada (11 tiempos), por lo que se puede hacer el cálculo del tiempo normal sin necesidad de recalculer un tamaño de la muestra.

6.1.4.5.2 Cálculo del Tiempo Normal

Aplicando la formula para el cálculo de tiempo normal, obtenemos la duración de la actividad para un ciclo, pero antes es importante determinar la calificación de velocidad que se asigna para el técnico en este movimiento.

6.1.4.5.2.1 Calificación de Velocidad

Como se puede observar en la tabla 6.33 en la sección de calificación de velocidad se tiene que el técnico de aseguramiento de la calidad para esta labor se desempeña con un 4% de rapidez por encima de cómo lo haría un técnico promedio, esto se atribuye a la experiencia con la que cuenta el trabajador.

Una vez obtenido la calificación de velocidad para esta actividad (1.04) y el tiempo promedio seleccionado (TPS=411.884 seg.) se puede obtener el Tiempo normal.

Tiempo Normal $TN=TPS \cdot Cv$			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN	Min	Hrs
411,884	1,04	428,359	7,14	0,12

Tabla 6.35 Tiempo Normal de ida al P5por consecutivo

Con esto se puede concluir que el tiempo de ejecución de esta actividad al momento de presentarse es de 7.14min, es importante resaltar que estos tiempos aun no cuentan con el suplemento por concepto de fatiga; este suplemento se tomará en cuenta a la hora de determinar la carga neta de trabajo en un turno, esto por políticas y métodos de trabajo de la empresa.

6.1.4.5.3 Determinación de la Fatiga

A continuación se presenta un cuadro resumen extraído de la tabla 6.33 factores influyen en el calculo del tiempo normal a la hora de resolver inconvenientes en donde se asigna el puntaje dependiendo de los factores operacionales para la determinación de los suplementos por fatiga (ver anexo 3).

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			
Factor	Grado	Puntos	
Temperatura	1	5	
Cond. ambientales	1	5	
Humedad	1	5	
Nivel de Ruido	2	10	
Iluminación	1	5	
Duración del Trabajo	2	40	
Repetición del ciclo	1	20	
Esfuerzo Físico	N/A	0	
Esf. Mental y Visual	2	20	
Posición del Trabajo	1	10	
TOTAL			120
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla	
Clase	JET en min	Limite de Clase	0-156
120	450	Clase	A1
		Concesión fatiga %	1

Tabla 6.36 Factores operacionales para la determinación de fatiga al resolver inconvenientes

Según el criterio de los factores operacionales el suplemento por fatiga para esta actividad es de 1%.

6.1.4.6 Actividad 6 (Reporta en Piso de Planta)

Para esta actividad se consideró los momentos cuando el técnico hacía uso de la computadora de su oficina, para realizar reportes en el sistema de piso de planta de la sección de calidad en la Intranet, cabe destacar que es una operación distinta a la que se realiza en la actividad 1 donde el técnico vacía información en PC (sistema piso de planta), la diferencia radica en que es la primera actividad la información que se plasma en el sistema es propia de las mediciones que se realizan cada 30min, y en este caso se introducen al sistema son reportes de novedades durante el turno.

Aplicando la misma metodología que en las actividades anteriores, se presentan a continuación la tabla de tiempos tomados para el cálculo del tiempo promedio seleccionado.

N°	Actividad (Elemento)	T	Tiempo Observado (ciclos)					ΣT	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T14	T15			
1	Reporta en Piso Planta	T	69,25	127,84	....	542,66	144,23	3693,240	246,216	173,4969

Tabla 6.37 Tiempo de duración en la actividad Reporta en piso de planta

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls-
hoja: TAC en Línea – Reporte en piso de planta)

6.1.4.6.1 Procedimiento estadístico

En esta ocasión se tomaron 15 tiempos y se sigue considerando un nivel de confianza de 95%

- Grados de libertad $\nu = n - 1$

$$\nu = 15 - 1$$

$$\nu = 14$$

- $\alpha = 1 - Nc$

$$\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$$

$$\alpha/2 = 0,025$$

$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 14) = 1,761$$

Factores que influyen en el cálculo del Tiempo Normal										
Reporte en Piso de Planta	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse						
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación				
	Temperatura	1	5	Habilidad	B1 Excelente	0,11				
	Cond. ambientales	1	5	Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17				
	Humedad	1	5	Condiciones	D Regulares	0				
	Nivel de Ruido	1	5		C Buena	0,01				
	Iluminación	1	5	Consistencia	C		0,01			
	Duración del Trabajo	2	40		C			-0,05		
	Repetición del ciclo	1	20	Cv (Cv=1+C)		0,95				
	Esfuerzo Físico	N/A	0	TOTAL				115		
Esf. Mental y Visual	2	20	Cálculo Estadístico Basados en T Student							
Posición del Trabajo	1	10	Concesión por fatiga	Valores de la Tabla		n	v	Nc%	α	$\alpha/2$
			Clase	Limite de Clase	0-156	15	14	95	0,05	0,025
			Clase	A1		t				tc
			Concesión fatiga %	1		14		0,025		1,761

Tabla 6.38 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal (Reporta en piso de planta)

Realizando el cálculo estadístico para la aceptación del tamaño de la muestra se tiene:

- **Elemento:** Reporta en piso de planta

Análisis Estadístico								
Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
246,216	173,4969	1,761	15	325,1030	167,3290	157,7740	157,7740	Se acepta

Tabla 6.39 Análisis estadístico para los reportes en Piso de Planta

Según los cálculos estadísticos, se acepta un tamaño de muestra de 15 tiempos para esta actividad, debido a que el intervalo total es igual al intervalo medio calculado.

6.1.4.6.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.4.6.2.1 Calificación de Velocidad

Según los datos obtenidos, y los criterios de calificación de velocidad, basándonos en el método Westinghouse (ver anexo 2), se obtiene una calificación de 0.95 (ver tabla 6.38) lo que indica que el personal se encuentra trabajando en esta actividad con un 5% de velocidad por debajo del estándar.

Ahora haciendo uso de la calificación de velocidad antes obtenida y del tiempo promedio seleccionado para esta actividad se obtiene el siguiente tiempo Normal

Tiempo Normal $TN = TPS \cdot Cv$			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN	Min	Hrs
246,216	0,95	233,905	3,90	0,06

Tabla 6.40 Tiempo Normal de reportes en Piso de Planta

6.1.4.6.3 Determinación de la Fatiga

Al observar la tabla 6.38 en la sección de definiciones operacionales de los factores de fatiga se observa que para esta actividad las condiciones de trabajo a nivel general son ideales, esto debido a que la actividad se realiza en un área de oficina, en posición sentada, con niveles de ruidos bajos, aire acondicionado, entre otras cosas, por lo que el puntaje total es de 115, ahora con este valor y la Jornada efectiva de trabajo (450min) se procede a buscar en la tabla de concesiones por fatiga (ver anexo 3), de la cual se obtiene que el suplemento por fatiga para esta actividad es de 1%.

6.1.4.7 Actividad 7 (Inspecciona Volcadoras)

Esta es otra de las actividades que realiza el técnico de aseguramiento de la calidad, la misma consiste en una inspección visual de los rollos, pero en la zona de volcadoras con la finalidad de detectar si este equipo le está causando algún tipo de daño físico, como melladuras, grietas entre otros, al material que originarían una no conformidad del producto.

N°	Actividad (Elemento)	T	Tiempo Observado (ciclos)					ΣT	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T14	T15			
1	Inspecciona Volcadoras	T	119,03	80,78	....	96,84	92,14	1535,740	102,383	12,3301

Tabla 6.41 Tiempo de duración en la actividad Inspecciona Volcadoras

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls- hoja: TAC en Línea – Inspecciona Volcadoras)

6.1.4.7.1 Procedimiento estadístico

El tamaño de la muestra es de 15 tiempos, y se mantiene el nivel de confianza en 95%

- Grados de libertad $\square v = n - 1$
 $v = 15 - 1$
 $v = 14$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$tc = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 14) = 1,761$$

Factores que influyen en el calculo del Tiempo Normal										
Inspecciona volcadoras	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga				Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse					
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación				
	Temperatura	4	40	Habilidad	B1 Excelente	0,11				
	Cond. ambientales	2	10	Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17				
	Humedad	3	15	Condiciones	E Aceptables	-0,03				
	Nivel de Ruido	3	20	Consistencia	C Buena	0,01				
	Iluminación	1	5	C		-0,08				
	Duración del Trabajo	1	20	Cv (Cv=1+C)		0,92				
	Repetición del ciclo	1	20	Cálculo Estadístico Basados en T Student						
	Esfuerzo Físico	N/A	0	n	v	Nc%	α	$\alpha/2$		
Esf. Mental y Visual	4	50	15	14	95	0,05	0,025			
Posición del Trabajo	2	20	Clase	t		tc				
TOTAL		200	B3	14	0,025	1,761				
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla								
Clase	JET en min	Límite de Clase	199-205							
200	450	Clase	B3							
		Concesión fatiga %	8							

Tabla 6.42 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal (Inspecciona Volcadoras)

Realizando el cálculo estadístico para la aceptación del tamaño de la muestra se tiene:

- **Elemento:** Inspecciona volcadoras

Análisis Estadístico								
Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
102,383	12,3301	1,761	15	107,9890	96,7763	11,2127	11,2127	Se acepta

Tabla 6.43 Análisis estadístico para las inspecciones de volcadoras

Según los cálculos estadísticos, se acepta un tamaño de muestra de 15 tiempos para esta actividad.

6.1.4.7.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.4.7.2.1 Calificación de Velocidad

Como se puede observar en la tabla 6.42 la calificación de velocidad para el técnico en esta actividad es de 0.92, esto debido a las condiciones ambientales que se consideran, es un ambiente de planta donde se presenta una temperatura elevada, entre otras cosas, cabe destacar que esta calificación es subjetiva a juicio del observador, basándose en los criterios que establece el método Westinghouse.

Luego se tiene que el tiempo normal para esta operación es:

Tiempo Normal $TN=TPS \cdot Cv$			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN	Min	Hrs
102,383	0,92	94,192	1,57	0,03

Tabla 6.44 Tiempo Normal de Inspecciones de Volcadoras

6.1.4.7.3 Determinación de la Fatiga

Como se observa en la tabla 6.42, se obtuvo un suplemento por concepto de fatiga de 8%, basando los criterios de evaluación las definiciones operacionales de los factores de fatiga y haciendo uso de la tabla de concesiones por fatiga (ver anexo 3).

Una vez obtenidos los Tiempos Normales para cada actividad que realiza el Técnico de aseguramiento de la calidad que se consideró como número uno para realizar el estudio (TAC en línea), es importante que se evalúen las

distintas situaciones que se presentan en el tren de la binación a la hora de darse la producción, puesto que la carga de trabajo de los técnicos de calidad esta estrechamente relacionada al tipo de material que se este laminando y para que cliente aplica dicho producto, es por ellos que para efectos del estudio se consideraron 3 meses de producción (Agosto, Septiembre y Octubre), a continuación se presenta un resumen de las tablas de producción durante estos meses, donde se consideran los clientes críticos, el total de piezas producidas durante el turno 2 en esos meses, y se obtienen las inspecciones diarias basadas en las practicas operativas y en las ordenes de compra.

6.1.5 Análisis de las situaciones de laminación TAC (en línea)

6.1.5.1 Situación 1 (Laminación para Otros clientes sin incluir VICSON, ALMAGAL y TOCAR).

a. Medición del diámetro del producto (ambas condiciones)

Esta actividad se debe realizar cada 30min. Según lo establecido en la práctica operativa PRALAL07001 (Inspección de alambrón y rollos de acero con resaltes) por lo que teniendo la Jornada efectiva de trabajo se procede a calcular la cantidad de ocurrencia de dicha actividad durante un turno de trabajo.

$$JET = JT - \Sigma \text{Tolerancias Fijas.}$$

Cabe destacar que la Jornada de trabajo de los sujetos en estudio es de 7:00am – 3:00pm, jornada dentro de la cual cuentan con 30min para almorzar, 10min. para recibir turno y prepararse para la jornada de trabajo y 10min. para entregar turno y prepararse para salir; sin embargo para el cálculo de la jornada efectiva de trabajo no se consideraran los tiempos de entrada y salida de turno, pues estos son considerados al final para la determinación de la carga de trabajo por políticas de cálculo de la empresa.

$$JET = (8^{\text{Hrs}}/\text{día} \cdot 60^{\text{min}}/\text{Hr}) - 30\text{min.}$$

$$JET = 450^{\text{min}}/\text{día}$$

Luego la frecuencia de ocurrencia de esta actividad durante un turno de trabajo viene determinada por:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = JET/30\text{min.}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 450^{\text{min}}/\text{día} / 30\text{min.}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 13^{\text{Veces}}/\text{Turno}$$

Esto indica que durante un turno de trabajo el técnico de aseguramiento de la calidad del tren de alambón realiza 13 mediciones de diámetro del producto, para verificar la forma del mismo.

b. Inspección del material

Tomando en cuenta que cuando no se esta laminando productos para VICSON, ALMAGAL, TORCAR o FAVETUERCAS, el técnico de aseguramiento solo realiza inspecciones al 5% del material producido, por lo que considerando lo antes mencionado la frecuencia de ocurrencia de de esta actividad queda determinada de la siguiente manera:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas \cdot 5\%$$

1. Condición Promedio Real (309 $Pzas$ /Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{\text{Pzas}}/\text{Turno} \cdot 5\%.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 15^{\text{Pzas}}/\text{Turno} \text{ ó } \text{Veces}/\text{Turno}$$

2. Condición Estándar (408 $Pzas$ /Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{\text{Pzas}}/\text{Turno} \cdot 5\%.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 25 \text{ Pzas/} \text{Turno} \text{ ó } \text{Veces/} \text{Turno}$$

c. Llena formatos manuales

Debido a que esta actividad no tiene una frecuencia de ocurrencia fija durante un turno de trabajo, es necesario que se relacione con la cantidad de piezas producidas para facilitar el cálculo de la carga de trabajo, por lo que basándonos en la observación directa de los sujetos en estudio se determinó que esta actividad se ejecuta cada 36 piezas producidas, por lo que para determinar la frecuencia de ocurrencia durante un turno, es necesario que se consideren solo los días de producción enmarcados en la situación de laminación antes planteada durante los tres meses estudiados, obteniéndose que:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 36 \text{Pzas.}$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ Pzas/turno} / 36 \text{Pzas.}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 8.58 \approx 9 \text{ Veces/} \text{Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ Pzas/turno} / 36 \text{Pzas.}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 11.3 \approx 11 \text{ Veces/} \text{Turno}$$

d. Va a P5 por consecutivo

Al igual que la actividad anterior, ésta tampoco tiene una frecuencia de ocurrencia fija por lo que también es necesario relacionarla con la cantidad de piezas producidas, para ellos se usó el mismo método que en el caso anterior, teniéndose una ejecución de la actividad cada 58pzas, y se determinará la frecuencia de ocurrencia durante un turno de la misma forma.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 58Pzas.$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ Pzas/turno} / 58Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 5.3 \approx 5 \text{ Veces/Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ Pzas/turno} / 58Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 7.04 \approx 7 \text{ Veces/Turno}$$

e. Resuelve inconvenientes

Para este caso se determinó bajo observación directa que la actividad se ejecuta cada 86Pzas. Por lo que la frecuencia de ocurrencia de dicha actividad durante un turno de trabajo es:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 86Pzas.$$

1. Condición Promedio Real (398 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ Pzas/turno} / 86Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 3.59 \approx 4 \text{ Veces/Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ Pzas/turno} / 86Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4.75 \approx 5 \text{ Veces/Turno}$$

f. Vacía reporte en sistema de piso de Planta

Basándonos en la observación directa se determinó una frecuencia de ejecución cada 67Pzas.; luego la frecuencia de ocurrencia durante una jornada de trabajo es:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 67Pzas.$$

1. Condición Promedio Real (308 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ Pzas/turno} / 67Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4.61 \approx 5 \text{ Veces/Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ Pzas/turno} / 67Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6.1 \approx 6 \text{ Veces/Turno}$$

g. Inspecciona Volcadoras

Esta actividad posee una frecuencia de ocurrencia de 3 Veces/Turno según lo establecido en la práctica operativa PRALAL07001 (Inspección de alambrón y rollos de acero con resaltes).

Una vez determinados todos los datos necesarios (tiempos normales de las actividades, suplementos por fatiga, frecuencias de ocurrencias durante un turno de trabajo), la carga de trabajo es la siguiente.

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en línea) Evaluada en una situación de laminación donde se fabrican productos para cualquier cliente excepto para VICSON, ALMAGAL y TORCAR bajo la condición promedio real

Nº	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Promedio Real				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Normal Total TE (min)	Suplemento por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Verificación del Diametro del Producto	5,18	13	68,58	16	10,973	79,556
2	Inspecciones del Material	0,37	15	5,79	13	0,752	6,541
3	Llena Formatos Manuales	2,86	9	24,52	1	0,245	24,768
4	Va al P5 por consecutivos de los rollos	4,61	5	24,56	6	1,474	26,035
5	Resuelve Inconvenientes	7,14	4	25,64	1	0,256	25,901
6	Vacia reportes en Piso de planta	3,90	5	17,97	1	0,180	18,154
7	Inspecciona Volcadoras	1,57	3	4,71	8	0,377	5,086
8	Recibe turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
9	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
10	Otras Actividades	12,00	1	12,00	0	0,000	12,000
Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)							218,041
suplemento por necesidades personales (min)							5% 10,902
Media Hora de Comida (min)							6% 30,000
Tiempo Total de Actividades (min)							258,943
Tiempo Total de Actividades (Hrs)							4,316
CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)							53,95

Tabla 6.45 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 1

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en línea) Evaluada en una situación de laminación donde se fabrican productos para cualquier cliente excepto para VICSON, ALMAGAL y TORCAR bajo la condición Estándar

N ^a	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Estándar				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Normal Total TE (min)	Suplemento por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Verificación del Diametro del Producto	5,18	13	68,58	16	10,973	79,556
2	Inspecciones del Material	0,37	20	7,65	13	0,995	8,650
3	Llena Formatos Manuales	2,86	11	32,43	1	0,324	32,755
4	Va al P5 por consecutivos de los rollos	4,61	7	32,48	6	1,949	34,431
5	Resuelve Inconvenientes	7,14	5	33,91	1	0,339	34,253
6	Vacia reportes en Piso de planta	3,90	6	23,77	1	0,238	24,008
7	Inspecciona Volcadoras	1,57	3	4,71	8	0,377	5,086
8	Recibe turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
9	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
10	Otras Actividades	12,00	1	12,00	0	0,000	12,000
Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)							250,739
suplemento por necesidades personales (min)							5% 12,537
Media Hora de Comida (min)							6% 30,000
Tiempo Total de Actividades (min)							293,275
Tiempo Total de Actividades (Hrs)							4,888
CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)							61,10

Tabla 6.46 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 1

A continuación se presenta gráficamente la carga de trabajo del técnico número 1, bajo ambas condiciones para el mismo ambiente de trabajo en estudio.

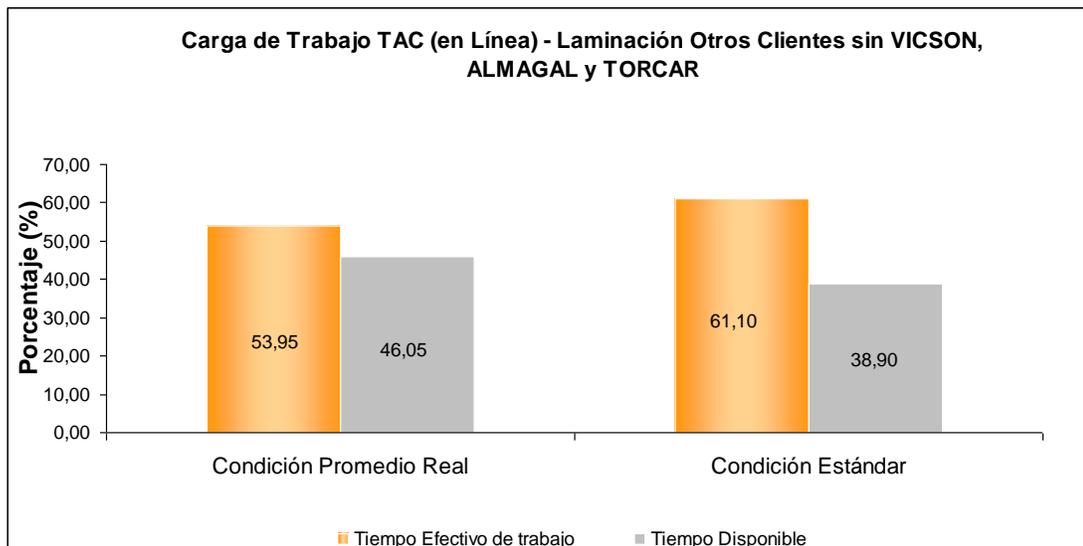


Fig. 6.5 Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°1 (en línea) en la situación 1

Como se muestra en la gráfica, se determina que la carga de trabajo de trabajo del técnico N°1, bajo esta situación de laminación donde no se consideran los productos para VICSON, ALMAGAL y TORCAR, que son los clientes críticos, no es mayor al 62% que equivale a 297min. Aproximadamente, por lo que cuenta con un tiempo disponible para otras actividades de 186.72min que representa un 38.90%, considerando la condición estándar ya que es el criterio en el que se lamina la mayor cantidad de producto y representa la condición ideal de laminación, por lo que considerando ahora la condición promedio real, es obvio que la carga de trabajo es menor (ver Figura 6.5)

6.1.5.2 Situación 2 (Laminación combinada VICSON + ALMAGAL + Otros clientes).

a. Medición del diámetro del producto (ambas condiciones)

Esta actividad permanece constante para toda las situaciones por lo que queda determinado que la frecuencia de ocurrencia de esta actividad es de 13 Veces/Turno

b. Inspección del material

Tomando en cuenta que en esta situación se lamina para los otros clientes más VICSON y LAMAGAL, pero sin incluir los productos para TORCAR; se deben realizar inspecciones para los productos VICSON al 75% de los rollos por cada colada, al igual que para ALMAGAL, por su parte los productos para los otros clientes solo se le realizan inspecciones al 5% de los rollos producidos por colada.

Para esta situación se estable el MIX de laminación que se presenta a continuación:

Cientes	%
Vicson	19,00
Amagal	3,00
Otros	78,00

En base a lo mencionado anteriormente la frecuencia de ocurrencia de esta actividad queda determinada de la siguiente manera:

$$\text{Frec. Ocurr} = ((\#Pza * 19\%) * 75\%) + ((\#Pzas * 3\%) * 75\%) + ((\#Pzas * 78\%) * 5\%)$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurr} = ((309 * 19\%) * 75\%) + ((309 * 3\%) * 75\%) + ((309 * 78\%) * 5\%)$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 63 \text{ Pzas/Turno } \text{ ó } \text{ Veces/Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurr} = ((408 \cdot 19\%) \cdot 75\%) + ((408 \cdot 3\%) \cdot 75\%) + ((408 \cdot 78\%) \cdot 5\%)$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 83 \text{ Pzas/Turno } \acute{o} \text{ Veces/Turno}$$

c. Llena formatos manuales

Frecuencia de ejecución de una vez cada 36 pzas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 36Pzas.$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ Pzas/turno} / 36Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 8.58 \approx 9 \text{ Veces/Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ Pzas/turno} / 36Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 11.3 \approx 11 \text{ Veces/Turno}$$

d. Va a P5 por consecutivo

Se ejecuta una vez cada 58 pzas producidas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 58Pzas.$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ Pzas/turno} / 58Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 5.3 \approx 5 \text{ Veces/Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ Pzas/turno} / 58Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 7.04 \approx 7 \text{ Veces/Turno}$$

e. Resuelve inconvenientes

Se determinó bajo observación directa que la actividad se ejecuta cada 86Pzas.

Frec. Ocurrencia= #Pzas / 86Pzas.

1. Condición Promedio Real (309^{Pzas}/Turno)

Frec. Ocurrencia= 309^{Pzas}/turno / 86Pzas.

Frec. Ocurrencia= 3.59 ≈ 4^{Veces}/Turno

2. Condición Estándar (408^{Pzas}/Turno)

Frec. Ocurrencia= 408^{Pzas}/turno / 86Pzas.

Frec. Ocurrencia= 4.75 ≈ 5^{Veces}/Turno

f. Vacía reporte en sistema de piso de Planta

Con basamentos en la observación directa se determino una frecuencia de ejecución cada 67Pzas.

Frec. Ocurrencia= #Pzas / 67Pzas.

1. Condición Promedio Real (308^{Pzas}/Turno)

Frec. Ocurrencia= 308^{Pzas}/turno / 67Pzas.

Frec. Ocurrencia= 4.61 ≈ 5^{Veces}/Turno

2. Condición Estándar (408^{Pzas}/Turno)

Frec. Ocurrencia= 408^{Pzas}/turno / 67Pzas.

Frec. Ocurrencia= 6.1 ≈ 6^{Veces}/Turno

g. Inspecciona Volcadoras

Por ser una actividad establecida en las practicas operativas permanece constante la frecuencia de ocurrencia de esta actividad (3^{Veces}/Turno)

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en línea) Evaluada en una situación de Laminación combinada VICSON + ALMAGAL + Otros clientes bajo la condición promedio real

N ^a	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Promedio Real				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Nornal Total TE (min)	Suplemento por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Verificación del Diametro del Producto	5,18	13	68,58	16	10,973	79,556
2	Inspecciones del Material	0,37	63	23,62	13	3,070	26,685
3	Llena Formatos Manuales	2,86	9	24,52	1	0,245	24,768
4	Va al P5 por consecutivos de los rollos	4,61	5	24,56	6	1,474	26,035
5	Resuelve Inconvenientes	7,14	4	25,64	1	0,256	25,901
6	Vacia reportes en Piso de planta	3,90	5	17,97	1	0,180	18,154
7	Inspecciona Volcadoras	1,57	3	4,71	8	0,377	5,086
8	Recibe turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
9	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
10	Otras Actividades	12,00	1	12,00	0	0,000	12,000
Actividades Actuales		Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)					238,186
		suplemento por necesidades personales (min)					5%
		Media Hora de Comida (min)					6%
		Tiempo Total de Actividades (min)					280,095
		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					4,668
		CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)					58,35
Decalaminado		Tiempo Normal de Decalaminado (min)					8,160
		Suplemento por fatiga (min)					4%
		Tiempo Estandar Total de Decalaminado (min)					8,486
		suplemento por necesidades personales (min)					5%
		Tiempo Total de Trabajo en Decalaminado (min)					8,911
		Tiempo Total de Actividades (min)					289,006
Tiempo Total de Actividades (Hrs)					4,817		
CARGA DE TRABAJO CON DECALAMINADO (%)					60,21		

Tabla 6.47 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 2

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en línea) Evaluada en una situación de Laminación combinada VICSON + ALMAGAL + Otros clientes bajo la condición Estándar

N ^a	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Estándar				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Nornal Total TE (min)	Suplemento por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Verificación del Diametro del Producto	5,18	13	68,58	16	10,973	79,556
2	Inspecciones del Material	0,37	83	31,23	13	4,060	35,291
3	Llena Formatos Manuales	2,86	11	32,43	1	0,324	32,755
4	Va al P5 por consecutivos de los rollos	4,61	7	32,48	6	1,949	34,431
5	Resuelve Inconvenientes	7,14	5	33,91	1	0,339	34,253
6	Vacia reportes en Piso de planta	3,90	6	23,77	1	0,238	24,008
7	Inspecciona Volcadoras	1,57	3	4,71	8	0,377	5,086
8	Recibe turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
9	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
10	Otras Actividades	12,00	1	12,00	0	0,000	12,000
Actividades Actuales		Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)					277,380
		suplemento por necesidades personales (min)					5% 13,869
Decalaminado		Media Hora de Comida (min)					6% 30,000
		Tiempo Total de Actividades (min)					321,249
Decalaminado		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					5,354
		CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)					66,93
Decalaminado		Tiempo Normal de Decalaminado (min)					8,160
		Suplemento por fatiga (min)					4% 0,326
Decalaminado		Tiempo Estandar Total de Decalaminado (min)					8,486
		suplemento por necesidades personales (min)					5% 0,424
Decalaminado		Tiempo Total de Trabajo en Decalaminado (min)					8,911
		Tiempo Total de Actividades (min)					330,159
Decalaminado		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					5,503
		CARGA DE TRABAJO CON DECALAMINADO (%)					68,78

Tabla 6.48 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 2

Gráficamente, la carga de trabajo del técnico de aseguramiento de la calidad considerado como el sujeto número 1 para el estudio, tomando en cuenta que se lamina para VICSON, ALMAGAL, y otros clientes pero no se considera a TORCAR queda representada de la siguiente manera:

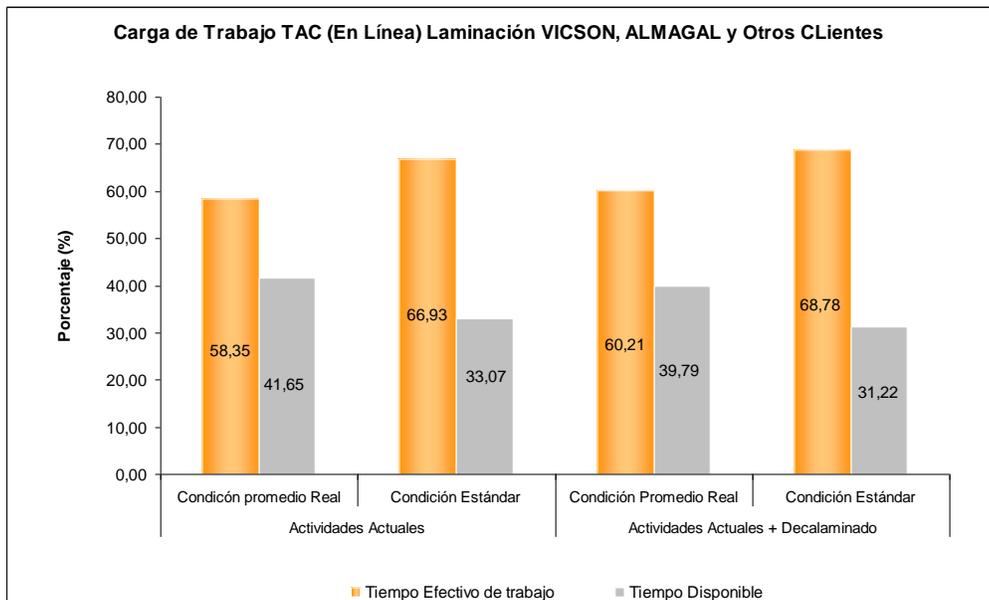


Fig. 6.6 Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°1 (en línea) en la situación 2

Analizando la gráfica se observa la notable variación en la carga de trabajo, para este caso se plantean dos cargas de trabajo, la primera donde el técnico continua realizando sus labores diarias, tal cual ocurre en la actualidad, donde se obtiene valores de carga de trabajo de 66.93% que equivale a 321.24min. con un tiempo disponible de trabajo igual a 158.73min que es igual a 33.07% para el caso de la condición estándar (408Pzas producidas en un Turno de trabajo), mientras que si se considera la condición promedio real, la carga de trabajo del técnico para las actividades que realiza actualmente y bajo esta situación de laminación es un 8.58% más baja (58.35%), lo que indica que posee un 4.28% (20.54min) más de tiempo disponible para realizar otras actividades.

Por otro lado, también se evalúa la carga de trabajo del técnico N°1, pero adicionándole a sus actividades diarias el ensayo de decalaminado, que debido a las exigencias del cliente se debe realizar a los Productos 723, de diámetro 5.5mm; para ellos se mantiene el MIX interno de cada clientes de la siguiente manera VICSON 723 representa un 23% del total para este cliente, y ALMAGAL 723 representa un 11% del total para este cliente, lo cual se traduce en una colada total para ambos clientes, y por exigencias de los clientes se deben cortar 6 muestras para decalaminado de cada colada, lo cual origina un tiempo normal de ocurrencia de esta actividad de 8.160min. ($1.36^{\text{min}}/\text{muestra} * 6^{\text{muestras}}/\text{col} * 1 \text{ col}$). En resumen la carga de trabajo del técnico de aseguramiento de la calidad considerado como el sujeto N°1, cuando se adiciona el ensayo de decalaminabilidad muestra un incremento de 1.86% para ambas condiciones.

6.1.5.3 Situación 3 (Laminación combinada VICSON + TORCAR).

Para esta situación se considera que el tiempo disponible del tren de laminación es menor, debido a que es necesario hacer cambios de accesorios en el mismo, para poder producir al diámetro que exige TORCAR (9mm), por lo que para el cálculo de la cantidad de piezas producidas, se mantienen constantes las premisas, de productividad, que se basa en los diámetros de los productos 5.5mm y 6.35mm, Utilidad neta del laminador del 100% pero el tiempo disponible desminuye.

Diametros	Premisas			# Pzas/ Turno
	P.NETA	U.Neta	T Dispon	
75 % - 5,5 mm	103,235	100	6,65	367,12
25% - 6,35 mm				

a. Medición del diámetro del producto

Permanece constante la frecuencia de ocurrencia de esta actividad en $13^{\text{Veces}}/\text{Turno}$

b. Inspección del material

Para esta situación de laminación se realizan las inspecciones de la siguiente manera: VICSON, se deben realizar inspecciones al 75% de los rollos producidos por colada como en las situaciones anteriores, mientras que ahora para el caso de TORCAR se deben realizar inspecciones al 100% de los rollos producidos.

Para esta situación de laminación no se considera la condición promedio real debido a que ésta no se ha presentado todavía en el tren de laminación, sin embargo se evalúa la condición estándar debido a que es una de las situaciones de laminación que presentan la carga de trabajo más crítica para los técnicos de aseguramiento, debido a que se presentan los clientes más exigentes; es por ello que se considera para este caso el siguiente MIX.

Cientes	%
Vicson	95,00
Torcar	5,00

De esta manera la frecuencia de ocurrencia de esta actividad queda determinada de la siguiente manera:

$$\text{Frec. Ocurr} = ((\#Pzas * 95\%) * 75\%) + (\#Pzas * 5\%)$$

Condición Estándar (367 Pzas / Turno)

$$\text{Frec. Ocurr} = ((367 * 95\%) * 75\%) + ((367 * 5\%))$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 280 \text{ Pzas / Turno } \text{ ó } \text{ Veces / Turno}$$

c. Llena formatos manuales

Frecuencia de ejecución de una vez cada 36 pzas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 36Pzas.$$

Condición Estándar (367 Pzas / Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367 \text{ Pzas} / \text{turno} / 36 \text{ Pzas.}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 10^{\text{Veces}} / \text{Turno}$$

d. Va a P5 por consecutivo

se ejecuta una vez cada 58 pzas producidas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 58 \text{ Pzas.}$$

Condición Estándar (367 Pzas / Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367 \text{ Pzas} / \text{turno} / 58 \text{ Pzas.}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{\text{Veces}} / \text{Turno}$$

e. Resuelve inconvenientes

Se determinó bajo observación directa que la actividad se ejecuta cada 86Pzas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 86 \text{ Pzas.}$$

Condición Estándar (367 Pzas / Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367 \text{ Pzas} / \text{turno} / 86 \text{ Pzas.}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4^{\text{Veces}} / \text{Turno}$$

f. Vacía reporte en sistema de piso de Planta

Con basamentos en la observación directa se determino una frecuencia de ejecución cada 67Pzas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 67 \text{ Pzas.}$$

Condición Estándar (367 Pzas / Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367 \text{ Pzas} / \text{turno} / 67 \text{ Pzas.}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 5^{\text{Veces}} / \text{Turno}$$

g. Inspecciona Volcadoras

Por ser una actividad establecida en las practicas operativas permanece constante la frecuencia de ocurrencia de esta actividad ($3^{\text{Veces/Turno}}$).

Es importante resaltar que al presentarse esta situación es necesario realizar ambos ensayos a los productos (Decalaminado, Recalcado), por lo que para determinar la cantidad de piezas a las cuales se le realizarán estos ensayos se mantiene el MIX real interno que se menciona en la sección 6.1.1 Análisis de la producción de alambón, donde para VICSON el producto 723 representa el 23% de su producción total; por lo que al ocurrir esta situación, será necesario tomar muestras a 2 coladas I para decalaminar, lo que se traduce en un tiempo normal del ensayo de (16.32min.), mientras que para el recalcado por exigencias del cliente se deben recalcar 2 muestras del 50% de las piezas producidas por colada, lo que se traduce en un tiempo normal de ejecución de (32.478min) al presentarse esta situación.

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en línea) Evaluada en una situación de Laminación combinada solo VICSON + TORCAR bajo la condición Estándar

N ^a	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Estándar				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Nornal Total TE (min)	Suplemento por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Verificación del Diametro del Producto	5,18	13	68,58	16	10,973	79,556
2	Inspecciones del Material	0,37	280	104,90	13	13,637	118,538
3	Llena Formatos Manuales	2,86	10	29,14	1	0,291	29,435
4	Va al P5 por consecutivos de los rollos	4,61	6	29,19	6	1,751	30,941
5	Resuelve Inconvenientes	7,14	4	30,48	1	0,305	30,781
6	Vacia reportes en Piso de planta	3,90	5	21,36	1	0,214	21,575
7	Inspecciona Volcadoras	1,57	3	4,71	8	0,377	5,086
8	Recibe turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
9	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
10	Otras Actividades	12,00	1	12,00	0	0,000	12,000
Actividades Actuales		Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)					347,913
		suplemento por necesidades personales (min)					5% 17,396
Recalcado		Media Hora de Comida (min)					6% 30,000
		Tiempo Total de Actividades (min)					395,309
Decalaminado		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					6,588
		CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)					82,36
Recalcado		Tiempo Normal de Recalcado (min)					29,186
		Suplemento por fatiga (min)					1% 0,292
Decalaminado		Tiempo Estandar Total de Recalcado (min)					29,478
		suplemento por necesidades personales (min)					5% 1,474
Recalcado		Tiempo Total de Trabajo en Recalcado (min)					30,952
		Tiempo Normal de Decalaminado (min)					16,320
Decalaminado		Suplemento por fatiga (min)					4% 0,653
		Tiempo Estandar Total de Decalaminado (min)					16,973
Decalaminado		suplemento por necesidades personales (min)					5% 0,849
		Tiempo Total de Trabajo en Decalaminado (min)					17,821
Decalaminado		Tiempo Total de Actividades (min)					444,082
		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					7,401
Decalaminado		CARGA DE TRABAJO CON ENSAYOS (%)					92,52

Tabla 6.49 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 3

La representación gráfica de esta situación es la siguiente:

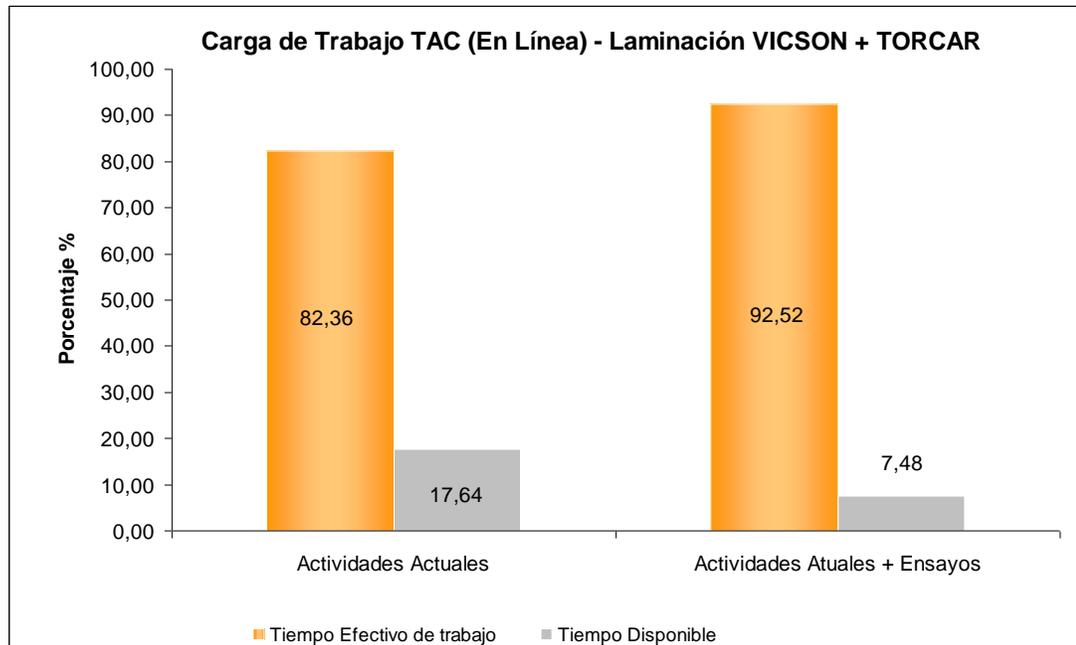


Fig. 6.7 Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°1 (en línea) en la situación 3.

Como se muestra en la gráfica la carga de trabajo del sujeto en estudio N°1 es de 82.36% (395.30min) si solo realiza las actividades que cotidianamente ejecuta, enmarcadas bajo un ambiente de laminación donde solo se fabrican productos para VICSON y TORCAR, otorgándole un tiempo disponible para realizar otras actividades de 84.67min que representa un 17.64%, mientras que si se adicionan a sus actividades diarias ambos ensayos necesarios para garantizar la conformidad de los productos, la carga de trabajo sufre un incremento del 10.16%, lo que deja al técnico con un tiempo disponible de trabajo de 35.90min.; es importante resaltar que esta cargas de trabajo ya contienen los suplementos por fatiga, el tiempo concedido para almorzar, los suplementos por necesidades personales, el tiempo en que recibe y entrega turno.

6.1.5.4 Situación 4 (Laminación 100% VICSON 723 Diámetro 5.5mm).

Para esta situación de laminación, por ser un ambiente que no se ha presentado en el tren laminador, se considerará la mayor cantidad de piezas producidas durante los meses en estudio pero solo de este tipo de productos, como lo muestra la siguiente gráfica:

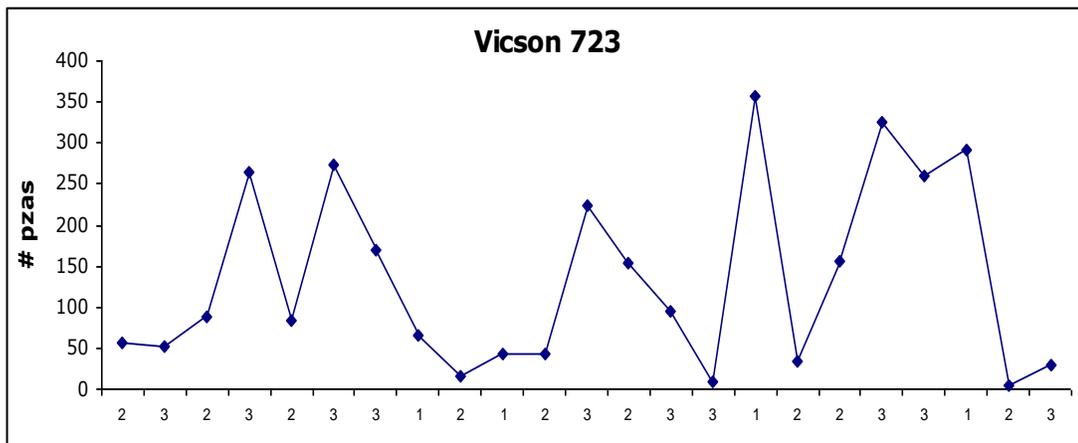


Fig. 6.8 Comportamiento de la producción de Acero 723, Diam. 5.5mm

Como se puede observar en la gráfica anterior, el comportamiento de la producción de alambre 723 de diámetro 5.5mm ha sido muy variable, sin embargo como se menciona anteriormente, se considerará para el cálculo de la carga de trabajo bajo esta situación una producción de $358^{pzas}/Turno$ (máxima producción).

a. Medición del diámetro del producto

Permanece constante la frecuencia de ocurrencia de esta actividad en $13^{Veces}/Turno$

b. Inspección del material

Como se menciona anteriormente, la exigencia que presenta VICSON en cuanto a la inspección de sus productos es que se realicen al 75% de los

rollos producidos por coladas, y este producto no queda exento de esta exigencia.

Al igual que la situación analizada anteriormente, para este caso solo se evalúa la condición estándar, debido a que no se ha presentado en el tren un día de laminación 100% VICSON 723, por lo que se considera otra situación hipotética que vale la pena analizar, debido a que se produce el producto más crítico para VICSON y por el cuál se genero la no conformidad de parte del cliente.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, la frecuencia de inspecciones de este producto queda determinado de la siguiente manera:

$$\text{Frec. Ocurr} = \#Pzas * 75\%$$

$$\text{Frec. Ocurr} = 358 * 75\%$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 269 \text{ Pzas/Turno } \text{ ó } \text{ Veces/Turno}$$

c. Llena formatos manuales

Frecuencia de ejecución de una vez cada 36 pzas.

$$\text{Frec. Ocurr} = \#Pzas / 36Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ Pzas/turno} / 36Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 10 \text{ Veces/Turno}$$

d. Va a P5 por consecutivo

Se ejecuta una vez cada 58 pzas producidas.

$$\text{Frec. Ocurr} = \#Pzas / 58Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ Pzas/turno} / 58Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6 \text{ Veces/Turno}$$

e. Resuelve inconvenientes

Se determinó bajo observación directa que la actividad se ejecuta cada 86Pzas.

$$\text{Frec. Ocurr} = \#Pzas / 86Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ Pzas} / \text{turno} / 86Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4 \text{ Veces} / \text{Turno}$$

f. Vacía reporte en sistema de piso de Planta

Con basamentos en la observación directa se determino una frecuencia de ejecución cada 67Pzas.

$$\text{Frec. Ocurr} = \#Pzas / 67Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ Pzas} / \text{turno} / 67Pzas.$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 5 \text{ Veces} / \text{Turno}$$

g. Inspecciona Volcadoras

Por ser una actividad establecida en las practicas operativas permanece constante la frecuencia de ocurrencia de esta actividad ($3 \text{ Veces} / \text{Turno}$).

Para esta situación de laminación se debe realizar el decalaminado, cumpliendo con la exigencia del cliente de que se decalminen 6 muestras por colada, tomando en cuenta esto, el tiempo normal de decalminado es de 47.62min ($1.36\text{Min}/\text{muestra} * [(\#Pzas / 70Pzas/\text{col}) * 6 \text{ Muestras}/\text{Col}]$), es decir bajo esta condición estándar y enmarcado en dicha situación se producen 6 coladas.

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en línea) Evaluada en una situación de Laminación 100% VICSON 723, Diam. 5.5mm bajo la condición Estándar

Nº	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Estándar				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Normal Total TE (min)	Consección por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Verificación del Diametro del Producto	5,18	13	68,58	16	10,973	79,556
2	Inspecciones del Material	0,37	269	100,62	13	13,080	113,699
3	Llena Formatos Manuales	2,86	10	28,42	1	0,284	28,704
4	Va al P5 por consecutivos de los rollos	4,61	6	28,46	6	1,708	30,173
5	Resuelve Inconvenientes	7,14	4	29,72	1	0,297	30,017
6	Vacia reportes en Piso de planta	3,90	5	20,83	1	0,208	21,039
7	Inspecciona Volcadoras	1,57	3	4,71	8	0,377	5,086
8	Recibe turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
9	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
10	Otras Actividades	12,00	1	12,00	0	0,000	12,000
Actividades Actuales		Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)					340,273
		suplemento por necesidades personales (min)				5%	17,014
		Media Hora de Comida (min)				6%	30,000
		Tiempo Total de Actividades (min)					387,287
		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					6,455
		CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)					80,68
Decalaminado		Tiempo Normal de Decalaminado (min)					47,622
		Suplemento por fatiga (min)				4%	1,905
		Tiempo Estandar Total de Decalaminado (min)					49,527
		suplemento por necesidades personales (min)				5%	2,476
		Tiempo Total de Trabajo en Decalaminado (min)					52,003
		Tiempo Total de Actividades (min)					439,291
Tiempo Total de Actividades (Hrs)					7,322		
CARGA DE TRABAJO CON DECALAMINADO (%)					91,52		

Tabla 6.50 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en línea) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 4

La representación gráfica de la carga de trabajo del técnico N°1 bajo unos márgenes de laminación 100% VICSON 723 Diam. 5.5mm es la siguiente:

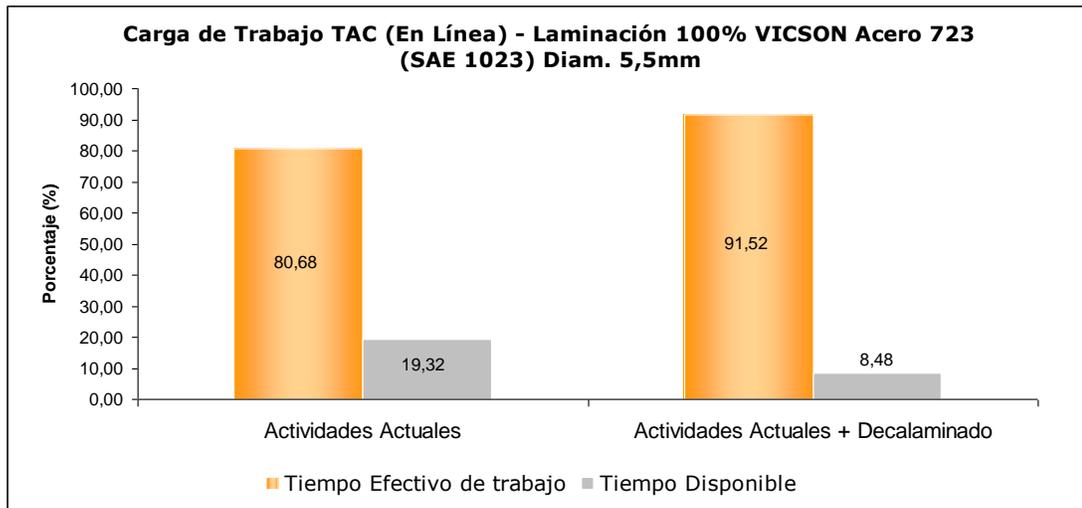


Fig. 6.9 Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°1 (en línea) en la situación 4.

De esta gráfica se deduce que la carga de trabajo del técnico N°1 es menor si éste solo continua realizando las actividades que actualmente ejecuta (80.68%) contando con un tiempo de trabajo efectivo de 387.28min. de los 480min que conforman la jornada de trabajo; por otro lado si se le adiciona el ensayo de decalaminado al conjunto de actividades que este realiza, la carga de trabajo se incrementa en un 10.83%, dejándolo con un tiempo efectivo de trabajo de 439.29min, que equivalen a 91.52%, otorgándole 40.70min de tiempo disponible para realizar otras actividades.

Es indudable como queda demostrado con los cálculos antes presentados que la carga de trabajo de uno de los técnicos de aseguramiento de la calidad (N°1 – en línea) no es excesiva, ni adicionándole los ensayos de decalaminabilidad y recalcado; ahora se determinará la carga de trabajo para el Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestras).

6.1.6 Técnico de Aseguramiento N° 2 (En corte de muestras)

Para el segundo sujeto en estudio (TAC en corte de Muestras) se consideran las siguientes actividades: Toma o corte de muestras para el Laboratorio de calidad (LABpt), Identifica muestras, Almacena testigos, Envía muestras al LABpt por PC, Traslados hasta el LABpt, Espera en el LABpt por resultados, Va al pulpito N° 5 por información del producto, Llena formatos manuales, Resuelve inconvenientes; todas estas actividades fueron establecidas como componente de su jornada de trabajo diario en base a las entrevistas cortas realizadas a los técnicos, así como de la observación directa.

Como se puede notar la mayoría de las actividades que desarrolla este técnico están estrechamente relacionadas con la dotación de la muestras necesarias para la realización de los diversos ensayos y pruebas que se le realizan a los productos de alambrón.

La metodología para determinar y evaluar las actividades que realiza este técnico es igual a la utilizada para la determinación y evaluación de las actividades del Técnico N°1 (en línea) por lo que en este caso se presentaran las tablas resumen, y solo se hará mención a los resultados.

6.1.6.1 Actividad 1 (Toma de muestras para el LAB de calidad)

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Observado (ciclos)							Σr	Promedio T(s)	TPS	Desviación Estandar (S)	
		T1	T2	....	T17	T18	T19	T20				
1	Detiene CTI	T	1,35	0,90	1,09	1,24	1,22	1,33	24,360	1,218	1,218	0,1946
		L	1,35	0,90	....	1,09	1,24	1,22	1,33	24,360	1,218	
2	Corta muestra	T	28,48	44,88	24,39	29,06	28,52	19,70	494,090	24,705	24,705	8,6263
		L	29,83	45,78	....	25,48	30,30	29,74	21,03	518,450	25,923	
3	Pone en Marcha CTI	T	0,97	1,03	0,97	1,24	1,30	0,95	22,960	1,148	1,148	0,1481
		L	30,80	46,81	....	26,45	31,54	31,04	21,98	541,410	27,071	
4	Lleva muestras para mesa	T	4,17	4,95	5,93	7,52	4,35	2,84	116,880	5,844	5,844	1,6687
		L	34,00	50,73	....	31,41	37,82	34,09	23,87	635,330	31,767	
Tiempo Total en seg.									635,330	TPS seg.	32,915	2,6594	
Tiempo Total en min.									10,589	TPS min.	0,549		
												Desv Stand Promedio	

Tabla 6.51 Tiempos de sub-actividades en la toma de muestras para el LAB de calidad

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls-hoja: TAC en corte de muestras).

6.1.6.1.1 Procedimiento estadístico

Para realizar este procedimiento estadístico de aceptación del tamaño de la muestra se establecen las mismas premisas que se utilizaron para los cálculos estadísticos de las actividades del técnico anterior (Nivel de confianza (Nc) 95%, lo que indica que se permite un error de 5% en los datos), pero para esta actividad en específico se considera un tamaño de muestra de 20 tiempos.

- Grados de libertad $\square v = n - 1$

$$v = 20 - 1$$

$$v = 19$$

- $\alpha = 1 - Nc$

$$\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$$

$$\alpha/2 = 0,025$$

$$tc = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 19) = 1,729$$

Toma de muestras para Lab Calidad	Factores que influyen en el cálculo de la Carga de Trabajo								
	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga				Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse				
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación			
	Temperatura	4	40	Habilidad	B1	0,11			
	Cond. ambientales	2	10	Esfuerzo	Excelentes	0,02			
	Humedad	3	15		Buena				
	Nivel de Ruido	3	20	Condiciones	F	-0,07			
	Iluminación	1	5		Deficientes				
	Duración del Trabajo	3	60	Consistencia	C	0,01			
	Repetición del ciclo	3	60		Buena				
Esfuerzo Físico	1	20	C				0,07		
Esf. Mental y Visual	3	30	Cv (Cv=1+C)				1,07		
Posición del Trabajo	2	20	TOTAL					280	
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla		Cálculo Estadístico Basados en T Student					
Clase	JET en min	Límite de Clase	276-282	n	v	Nc%	α	$\alpha/2$	
280	450	Clase	D4	20	19	95	0,05	0,025	
		Concesión fatiga %	19						t	tc
				19		0,025		1,729	

Tabla 6.52 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para la toma de muestras

N°	Actividad (Elemento)	Análisis Estadístico								
		Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
		X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
1	Detiene CTI	1,218	0,1946	1,729	20	1,2932	1,1428	0,1505	0,1505	Se Acepta
2	Corta muestra	24,705	8,6263			28,0396	21,3694	6,6701	6,6701	Se Acepta
3	Pone en Marcha CTI	1,148	0,1481			1,2053	1,0907	0,1145	0,1145	Se Acepta
4	Lleva muestras para mesa	5,844	1,6687			6,4891	5,1989	1,2903	1,2903	Se Acepta

Tabla 6.53 Análisis Estadístico para la Toma de muestras

Como se muestra en la tabla anterior se aceptan las 20 muestras para cada elemento (sub-actividad) que conforman a la toma de muestras para los respectivos ensayos a los productos de alambrón.

6.1.6.1.2 Cálculo del Tiempo Normal

$$TN = TPS \times Cv$$

Para ello se toman los tiempos promedios seleccionados (TPS) de la Tabla 6.51

6.1.6.1.2.1 Calificación de Velocidad

Basándonos en la tabla de sistema Westinghouse (ver anexo 2), se estableció que:

Clasificación de Velocidad del Operario		
Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	B1 Excelentes	0,11
Esfuerzo	C2 Bueno	0,02
Condiciones	F Deficientes	-0,07
Consistencia	C Buena	0,01
C		0,07
Cv (Cv=1+C)		1,07

Tabla 6.54 Calificación de Velocidad para la toma de muestras

Para esta actividad se consideran las condiciones deficientes, puesto al igual que la medición de los diámetros que realiza el técnico N°1, ésta se realiza en plena línea lo cual mantiene en contacto directo al técnico con los rollos a altas temperaturas, a parte del alto nivel de ruido que se percibe en el ambiente, a igual de la gran cantidad de polvo de acero que se presencia en el área; lo que origina que la calificación de velocidad del sujeto en estudio para esta actividad sea de 1.07

Con los datos que se obtienen de la toma de tiempos y de la calificación de velocidad, haciendo uso de la formula para el cálculo del tiempo normal se obtiene que:

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Normal $TN=TPS \cdot Cv$			Tiempo Normal Total	
		TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
1	Detiene CTI	1,218	1,07	1,3033	0,59	0,010
2	Corta muestra	24,705		26,4338		
3	Pone en Marcha CTI	1,148		1,2284		
4	Lleva muestras para mesa	5,844		6,2531		

Tabla 6.55 Tiempo Normal de la toma de muestras para el LABpt

Como se observar queda determinado que el tiempo Normal en que se deben realizar las tomas de muestras para que el LAB de calidad se realicen los respectivos ensayos que aplican a cada producto es de 0,59min. ó 35.4seg.

6.1.6.1.3 Determinación de la Fatiga

Para este caso, basándonos en los factores operacionales para la determinación del fatiga (ver Anexo 3), queda determinado que el suplemento por dicho concepto es del 19% del tiempo estándar de trabajo, esto debido a las condiciones hostiles en las que se debe ejecutar esta actividad.

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga		
Factor	Grado	Puntos
Temperatura	4	40
Cond. ambientales	2	10
Humedad	3	15
Nivel de Ruido	3	20
Iluminación	1	5
Duración del Trabajo	3	60
Repetición del ciclo	3	60
Esfuerzo Físico	1	20
Esf. Mental y Visual	3	30
Posición del Trabajo	2	20
TOTAL		280

Tabla 6.56 Factores Operacionales para la determinación de la fatiga para la toma de muestras.

6.1.6.2 Actividad 2 (Identifica Muestras)

Esta actividad consiste en colocar a cada muestra la identificación de que punto de la colada fue cortada (Inicio, Medio o Fin).

N°	Actividad (Elemento)	T	Tiempo Observado (ciclos)					ΣT	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T19	T20			
1	Identifica muestras	T	96,54	94,77	....	120,39	99,77	2224,520	111,226	22,8978

Tabla 6.57 Tiempos de identificación de muestras.

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls- hoja: TAC en corte de muestras).

6.1.6.2.1 Procedimiento estadístico

Se mantiene el Nivel de confianza (Nc) 95%,

- Grados de libertad $\square v = n - 1$

$$v = 20 - 1$$

$$v = 19$$

- $\alpha = 1 - Nc$

$$\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$$

$$\alpha/2 = 0,025$$

$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025;19) = 1,729$$

Factores que influyen en el cálculo de la Carga de Trabajo										
Identifica Muestras	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse						
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación				
	Temperatura	4	40	Habilidad	B1	Excelentes 0,11				
	Cond. ambientales	2	10	Esfuerzo	F2	Deficiente -0,17				
	Humedad	3	15		F	Deficientes -0,07				
	Nivel de Ruido	3	20	Consistencia	C	Buena 0,01				
	Iluminación	1	5		C		-0,12			
	Duración del Trabajo	2	40	Cv (Cv=1+C)		0,88				
	Repetición del ciclo	2	40	Cálculo Estadístico Basados en T Student						
	Esfuerzo Físico	N/A	0	n	v	Nc%	α	α/2		
Esf. Mental y Visual	1	10	20	19	95	0,05	0,025			
Posición del Trabajo	2	20	Clase		B3	t		tc		
TOTAL		200	Consección fatiga %	8	19	0,025		1,729		
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla								
Clase	JET en min	Limite de Clase	199-205							
200	450	Clase	B3							

Tabla 6.58 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal para la identificación de muestras

Tomando en cuenta los datos necesarios para esta actividad, se realiza el cálculo estadístico para la determinación del tamaño del muestra.

Análisis Estadístico								
Datos			Determinación del tamaño de las muestras					
X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
111,226	22,8978	1,729	20	120,0786	102,3734	17,7053	17,7053	Se acepta

Tabla 6.59 Análisis estadístico para la identificación de muestras

Es fácil notar en el tablero anterior que se aceptan las 20 muestras tomadas para el cálculo del tiempo normal de esta actividad de identificación de las muestras.

6.1.6.2.2 Cálculo del Tiempo Normal

Para ello se toman los tiempos promedios seleccionados (TPS) de la Tabla 6.57

6.1.6.2.2.1 Calificación de Velocidad

Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	B1 Excelentes	0,11
Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17
Condiciones	F Deficientes	-0,07
Consistencia	C Buena	0,01
C		-0,12
Cv (Cv=1+C)		0,88

Tabla 6.60 Calificación de velocidad para la identificación de muestras

Ahora se procede a determinar el tiempo normal de ejecución de esta actividad.

Tiempo Normal $TN = TPS * Cv$			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
111,226	0,88	97,879	1,63	0,03

Tabla 6.61 Tiempo Normal de identificación de muestras

El tiempo normal de ejecución determinado para esta actividad es de 1.63min por cada muestra que se corta.

6.1.6.2.3 Determinación de la Fatiga

Para esta actividad específica queda determinado el suplemento por concepto de fatiga en un 8% como lo muestra la tabla 6.58; este suplemento es determinado haciendo uso del método sistemático para la determinación de fatiga, ó definiciones operacionales para los factores de fatiga.

6.1.6.3 Actividad 3 (Almacena testigos)

Esta es una actividad que se realiza para garantizar que existirán muestras en caso que se dañen algunas de las muestra principales llevadas al laboratorio de calidad; estas muestras testigos son almacenada en la misma oficina de los Técnicos de Aseguramiento.

N°	Actividad (Elemento)	T	Tiempo Observado (ciclos)					Σ_T	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T14	T15			
1	almacena testigos	T	6,03	10,26	...	8,90	10,50	215,060	14,337	5,8470

Tabla 6.62 Tiempos de Almacenamiento de testigos.

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls- hoja: TAC en corte de muestras).

6.1.6.3.1 Procedimiento estadístico

Se mantiene el Nivel de confianza (Nc) 95%,

- Grados de libertad $\square v = n - 1$
 $v = 15 - 1$
 $v = 14$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$tc = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 14) = 1,761$$

Análisis Estadístico								
Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
X prom (seg)	Desv.	tc	n	Is	li	ltotal	lm	Decisión
14,337	5,8470	1,761	15	16,9959	11,6788	5,3171	5,3171	Se acepta

Tabla 6.63 Análisis estadístico para el almacenamiento de muestras

Se aceptan las 15 muestras tomadas para esta actividad.

6.1.6.3.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.6.3.2.1 Calificación de Velocidad

Clasificación de Velocidad del Operario		
Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	A1 Extrema	0,15
Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17
Condiciones	C Buenas	0,02
Consistencia	C Buena	0,01
C		0,01
Cv (Cv=1+C)		1,01

Tabla 6.64 Calificación de velocidad para el almacenamiento de testigos

Como se observa en el cuadro anterior la calificación de velocidad del técnico de aseguramiento considerado como el N°2 es de 1.01, lo que indica que se esta ejecutando esta actividad con 1% más de velocidad de lo que lo realizaría un operario promedio y bajo las condiciones más estándares.

Ahora se procede a determinar el tiempo normal de ejecución de esta actividad.

Tiempo Normal $TN=TPS \cdot Cv$			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
14,337	1,01	14,481	0,24	0,004

Tabla 6.65 Tiempo Normal de Almacenamiento de testigos

El tiempo normal de ejecución determinado para esta actividad es de 0.24min. es importante resaltar que este tiempo es tomado desde el momento que el técnico toma las muestras de la mesa ubicada en el área,

hasta llevarlas al estante dispuesto dentro de su oficina, donde coloca dichos testigos.

6.1.6.3.3 Determinación de la Fatiga

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			
Factor	Grado	Puntos	
Temperatura	1	5	
Cond. ambientales	1	5	
Humedad	1	5	
Nivel de Ruido	1	5	
Iluminación	1	5	
Duración del Trabajo	1	20	
Repetición del ciclo	2	40	
Esfuerzo Físico	1	20	
Esf. Mental y Visual	1	10	
Posición del Trabajo	2	20	
TOTAL			135
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla	
Clase	JET en min	Limite de Clase	0-156
135	450	Clase	A1
		Concesión fatiga %	1

Tabla 6.66 Factores operacionales para la determinación de la fatiga e el almacenamiento de testigos

Como se observa en el cuadro el suplemento por concepto de fatiga otorgado al sujeto en estudio para esta actividad es de 1% del tiempo Normal de ejecución durante la jornada de trabajo, esto debido a que la mayor parte del tiempo que el técnico efectúa esta actividad, se encuentra bajo las condiciones ambientales de la oficina antes mencionada en las actividades del Técnico de aseguramiento considerado como N°1.

6.1.6.4 Actividad 4 (Envía muestras al LABpt por PC)

Esta actividad se realiza mediante un programa llamado SICOP, que permite vaciar las informaciones al sistema de piso de planta, y se realiza al final de la toma de muestras de cada colada, antes de llevarlas al laboratorio.

N°	Actividad (Elemento)	T	Tiempo Observado (ciclos)					Σ_T	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T11	T12			
1	Envía muestras al LAB por PC	T	166,17	101,18	...	126,52	160,45	1483,420	123,618	25,8408

Tabla 6.67 Tiempos Enviando muestras al LABpt por PC.

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls-hoja: TAC en corte de muestras).

6.1.6.4.1 Procedimiento estadístico

Se mantiene el Nivel de confianza (Nc) 95%,

- Grados de libertad $\nu = n - 1$
 $\nu = 12 - 1$
 $\nu = 11$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$tc = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025;11) = 1,796$$

Factores que influyen en el cálculo de la Carga de Trabajo									
Envía muestras al LAB por PC	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga				Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse				
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación			
	Temperatura	1	5	Habilidad	B1	Excelente	0,11		
	Cond. ambientales	1	5	Esfuerzo	F2	Deficiente	-0,17		
	Humedad	1	5		C	Buenas	0,02		
	Nivel de Ruido	1	5	Consistencia	C	Buena	0,01		
	Iluminación	1	5		C	Buena	-0,03		
	Duración del Trabajo	1	20	C		-0,03			
	Repetición del ciclo	2	40	Cv (Cv=1+C)		0,97			
	Esfuerzo Físico	N/A	0						
Esf. Mental y Visual	2	20							
Posición del Trabajo	1	10							
TOTAL			115						
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla			n	v	Nc%	α	$\alpha/2$
Clase	JET en min	Límite de Clase	0-156	12	11	95	0,05	0,025	
115	450	Clase	A1	t		tc			
		Concesión fatiga %	1	11	0,025		1,796		

Tabla 6.68 Factores que Influyen en el calculo del tiempo Normal de envió de muestras al LABpt por PC

Realizando el cálculo estadístico para la aceptación del tamaño de la muestra se tiene:

Análisis Estadístico								
Datos			Determinación del tamaño de las muestras					
X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
123,618	25,8408	1,796	12	137,0158	110,2209	26,7948	26,7948	Se acepta

Tabla 6.69 Análisis estadístico para el envió de muestras al LABpt por PC

Como se observa en el cuadro anterior se acepta un tamaño de muestra de 12 tiempos para la actividad de envío de muestras al laboratorio de calidad o producto terminado por medio del sistema SICOP

6.1.6.4.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.6.4.2.1 Calificación de Velocidad

Clasificación de Velocidad del Operario		
Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	B1 Excelente	0,11
Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17
Condiciones	C Buenas	0,02
Consistencia	C Buena	0,01
C		-0,03
Cv (Cv=1+C)		0,97

Tabla 6.70 Calificación de velocidad para el envío de muestras al LABpt por PC

Para la calificación de velocidad de esta actividad se considero que el esfuerzo es deficiente, debido a que este trabajo se ejecuta haciendo uso de una computadora, y solo se puede considerar para este caso un esfuerzo visual, aunque es mínimo, ya que el tiempo de ejecución de la actividad es corto.

Luego el tiempo normal queda determinado

Tiempo Normal $TN = TPS * Cv$			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
123,618	0,97	119,910	2,00	0,033

Tabla 6.71 Tiempo Normal de envíos de muestras a LABpt por PC

El tiempo normal para la ejecución de un ciclo en esta actividad es de 2.00min, sin embargo es importante resaltar que este tiempo ya incluye actividades inherentes como el inicio de sesión, y el tiempo de espera mientras abre el programa.

6.1.6.4.3 Determinación de la Fatiga

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			
Factor	Grado	Puntos	
Temperatura	1	5	
Cond. ambientales	1	5	
Humedad	1	5	
Nivel de Ruido	1	5	
Iluminación	1	5	
Duración del Trabajo	1	20	
Repetición del ciclo	2	40	
Esfuerzo Físico	N/A	0	
Esf. Mental y Visual	2	20	
Posición del Trabajo	1	10	
TOTAL			115
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla	
Clase	JET en min	Limite de Clase	0-156
115	450	Clase	A1
		Concesión fatiga %	1

Tabla 6.72 Factores operacionales para la determinación de fatiga en los envíos de muestras al LABpt por PC

Como se observa en el cuadro el suplemento por concepto de fatiga otorgado al sujeto en estudio para esta actividad es de 1% del tiempo Normal de ejecución durante la jornada de trabajo, esto debido a que la mayor parte del tiempo que el técnico efectúa esta actividad, se encuentra bajo las condiciones ambientales de la oficina antes mencionada en las actividades del Técnico de aseguramiento considerado como N°1.

6.1.6.5 Actividad 5 (Traslados hasta el LABpt ó LAB de calidad)

Esta es una actividad que se debe realizar al final de cada colada, para llevar las pruebas a que se le realicen los ensayos respectivos para garantizar su calidad.

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Observado (ciclos)								ΣT	Promedio T(s)	TPS	Desviación Estandar (S)
		T1	T2	...	T12	T13	T14	T15					
1	Lleva muestras al Lab	T	126,29	171,67	....	126,81	112,03	130,64	126,30	1947,500	129,833	129,833	16,8944
		L	126,29	171,67	....	126,81	112,03	130,64	126,30	1947,500	129,833		
2	Regresa a línea	T	149,28	80,03	....	96,73	122,20	132,43	98,19	1660,390	110,693	110,693	23,9787
		L	275,57	251,70	....	223,54	234,23	263,07	224,49	3607,890	240,526		
Tiempo Total en seg.									3607,890	TPS seg.	240,526	20,4366	
Tiempo Total en min.									60,132	TPS min.	4,00877		
												Desv Stand Promedio	

Tabla 6.73 Tiempos de traslados hasta el LABpt

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls-hoja: TAC en corte de muestras).

6.1.6.5.1 Procedimiento estadístico

Se mantiene el Nivel de confianza (Nc) 95%,

- Grados de libertad $\nu = n - 1$
 $\nu = 15 - 1$
 $\nu = 14$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 14) = 1,761$$

Factores que influyen en el cálculo de la Carga de Trabajo								
Traslados hasta el LAB Pt	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga				Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse			
	Factor	Grado	Puntos		Factor	Nivel	Clasificación	
	Temperatura	4	40		Habilidad	B1	0,11	
	Cond. ambientales	2	10			Esfuerzo	F2	-0,17
	Humedad	3	15		Condiciones		E	-0,03
	Nivel de Ruido	3	20			Consistencia	C	0,01
	Iluminación	1	5		C		Buena	-0,08
	Duración del Trabajo	2	40			Cv (Cv=1+C)		
	Repetición del ciclo	2	40		0,92			
	Esfuerzo Físico	1	20		Cálculo Estadístico Basados en T Student			
Esf. Mental y Visual	1	10		n	v	Nc%	α	$\alpha/2$
Posición del Trabajo	2	20		15	14	95	0,05	0,025
TOTAL			220		t			
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla		t				
Clase	JET en min	Limite de Clase	220-226	t				
220	450	Clase	C1	t				
		Concesión fatiga %	11	t				
				14	0,025		1,761	

Tabla 6.74 Factores que Influyen en el cálculo del tiempo Normal de traslados hasta el LABpt

Realizando el cálculo estadístico para la aceptación del tamaño de la muestra se tiene:

N°	Actividad (Elemento)	Análisis Estadístico								
		Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
		X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
1	Lleva muestras al Lab	129,833	16,8944	1,761	15	137,5150	122,1517	15,3634	15,3634	Se Acepta
2	Regresa a línea	110,693	23,9787			121,5955	99,7898	21,8057	21,8057	Se Acepta

Tabla 6.75 Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para los traslados hasta el LABpt

Como se observa en la tabla anterior, se aceptan las 15 muestras para esta actividad, en cada uno de sus elementos.

6.1.6.5.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.6.5.2.1 Calificación de Velocidad

Clasificación de Velocidad del Operario		
Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	B1 Excelente	0,11
Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17
Condiciones	E Aceptables	-0,03
Consistencia	C Buena	0,01
C		-0,08
Cv (Cv=1+C)		0,92

Tabla 6.76 Calificación de velocidad para los traslados hasta el LABpt.

Se considera el esfuerzo como deficientes, pues en esta actividad el único esfuerzo físico que ejerce el técnico es el de caminar, por otro lado se consideran las habilidades como excelentes, debido a que los técnicos llevan aproximadamente 25 años laborando para la empresa, ya tiene una gran destreza y habilidad para realizar dichas actividades.

Luego el tiempo normal queda determinado

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Normal $TN=TPS \cdot Cv$			Tiempo Normal Total	
		TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
1	Lleva muestras al Lab	129,833	0,92	119,4467	3,69	0,061
2	Regresa a línea	110,693		101,8373		

Tabla 6.77 Tiempo Normal de ejecución de los traslados hasta el LABpt

Es importante resaltar que la distancia que debe recorrer el técnico al ejecutar estos traslados son sumamente largos, por lo que se presenta un tiempo normal de ejecución de 3.69min, sin embargo es el tiempo total de ida y vuelta al laboratorio, lo que indica que invierta aproximadamente la mitad del tiempo en ir y la otra mitad en regresar.

6.1.6.5.3 Determinación de la Fatiga

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga		
Factor	Grado	Puntos
Temperatura	4	40
Cond. ambientales	2	10
Humedad	3	15
Nivel de Ruido	3	20
Iluminación	1	5
Duración del Trabajo	2	40
Repetición del ciclo	2	40
Esfuerzo Físico	1	20
Esf. Mental y Visual	1	10
Posición del Trabajo	2	20
TOTAL		220

Tabla 6.78 Factores Operacionales para la determinación de Fatiga para los traslados hasta el LABpt

Para este caso se considera el factor temperatura de grado 4, debido a que el sujeto en estudio se encuentra expuesto a las temperaturas que se generan en la planta, de igual forma se considera un nivel de ruido de grado 3, motivado a que por ser un proceso siderúrgico se generan elevados niveles de ruido, por lo que las personas se ven obligados a usar protectores

auditivos, y en lo que respecta a la posición de trabajo es obvio que se ejecuta con el caminar, por lo que le atribuye a este factor el grado 2.

6.1.6.6 Actividad 6 (Espera en el LABpt por los resultados)

Para esta actividad, el técnico solo debe esperar en el laboratorio de calidad, a que otro técnico realice los ensayos respectivos a las muestras; cabe destacar que es necesario que espere por los resultados, debido a que en caso de presentarse algún inconveniente con las muestras (mezcla de material, pérdida de la muestra original, entre otras), le permitirá al mismo movilizarse, o resolver los inconvenientes respectivos con mayor celeridad.

A continuación se presentan los tiempos tomados para esta actividad.

N°	Actividad (Elemento)	T	Tiempo Observado (ciclos)					Σ_T	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T14	T15			
1	espera por resultados	T	1008,33	625,12	....	843,32	654,70	10265,190	684,346	160,8091

Tabla 6.79 Tiempos de espera de resultados en el LABpt

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls-hoja: TAC en corte de muestras).

6.1.6.6.1 Procedimiento estadístico

Se mantiene el Nivel de confianza (Nc) 95%,

- Grados de libertad $\square v = n - 1$

$$v = 15 - 1$$

$$v = 14$$

- $\alpha = 1 - Nc$

$$\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$$

$$\alpha/2 = 0,025$$

$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 14) = 1,761$$

Factores que influyen en el cálculo de la Carga de Trabajo									
Espera en LAB por resultados	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga				Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse				
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación			
	Temperatura	1	5	Habilidad	C2 Buena	0,03			
	Cond. ambientales	1	5	Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17			
	Humedad	1	5						
	Nivel de Ruido	1	5	Condiciones	B Excelentes	0,04			
	Iluminación	1	5						
	Duración del Trabajo	2	40	Consistencia	C Buena	0,01			
	Repetición del ciclo	1	20						
	Esfuerzo Físico	N/A	0	C			-0,09		
Esf. Mental y Visual	N/A	0	Cv (Cv=1+C)			0,91			
Posición del Trabajo	1	10	TOTAL 95						
				Cálculo Estadístico Basados en T Student					
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla			n	v	Nc%	α	$\alpha/2$
Clase	JET en min	Limite de Clase	0-156	15	14	95	0,05	0,025	
95	450	Clase	A1	t				tc	
		Concesión fatiga %	1	14	0,025		1,761		

Tabla 6.80 Factores que Influyen en el cálculo del tiempo Normal de esperas de resultados en el LAB de calidad ó LABpt

Haciendo uso de los valores respectivos (Tiempo Promedio Seleccionado (TPS), desviación estándar (S), el índice "T Student", y el tamaño de la muestra se procede a realizar al análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para esta actividad.

Análisis Estadístico								
Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
684,346	160,8091	1,761	15	757,4640	611,2280	146,2360	146,2360	Se acepta

Tabla 6.81 Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para las esperas por los resultados de los ensayos en el LABpt

Como se muestra en la tabla anterior, se acepta un tamaño de muestra de 15 tiempos para esta actividad, debido a que como menciona la teoría si el Intervalo Total es menor o igual al intervalo medio calculado, el número de muestras tomado es valido, situación que se presenta en este caso.

6.1.6.6.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.6.6.2.1 Calificación de Velocidad

Clasificación de Velocidad del Operario		
Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	C2 Buena	0,03
Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17
Condiciones	B Excelentes	0,04
Consistencia	C Buena	0,01
C		-0,09
Cv (Cv=1+C)		0,91

Tabla 6.82 Calificación de velocidad para las esperas por resultados en el LABpt

Para esta actividad las condiciones son excelentes, ya que se presenta un ambiente de oficina, con aire forzado; de igual forma el esfuerzo que realiza el técnico es deficiente, ya que solo debe esperar, sin ejercer ningún tipo de fuerza física o esfuerzo mental, determinando la calificación de velocidad en 0.91.

Una vez determinada la calificación de velocidad, se calcula el tiempo Normal de ejecución haciendo uso de la formula que refleja la teoría del tiempo normal.

Tiempo Normal $TN=TPS \cdot Cv$			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
654,700	0,91	595,777	9,93	0,17

Tabla 6.83 Tiempo Normal de espera por los resultados en el LABpt

Es sumamente importante hacer la salvedad en este caso, de que el tiempo normal es elevado, debido a que depende de la velocidad con la que el técnico del laboratorio de producto terminado ejecute los ensayos, y de la cantidad de muestras a las que sea necesario realizar los ensayos.

6.1.6.6.3 Determinación de la Fatiga

Como se muestra en la tabla 6.80 el suplemento por concepto de fatiga para esta actividad es del 1% del tiempo de ejecución total, motivado a que todos los factores se ven influenciados por un ambiente de oficina.

6.1.6.7 Actividad 7 (Va a P5 por información)

Al igual que el técnico considerado como número 1, éste también debe ir hasta al pulpito 5, a buscar información importante de los rollos, como el peso del producto, el número de la chapa, hacia que cliente va dirigido el producto, entre otras cosas, esto por si se presenta algún inconveniente con el producto, ya los técnicos tiene identificadas todas sus características facilitándose de esta manera su ubicación en el almacén.

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Observado (ciclos)							Σ _i	Promedio T(s)	TPS	Desviación Estandar (S)	
		T1	T2	...	T12	T13	T14	T15					
1	Va al P5	T	37,49	40,25	37,65	32,34	38,12	34,79	514,750	34,317	34,317	4,9247
		L	37,49	40,25	....	37,65	32,34	38,12	34,79	514,750	34,317	
2	Busca Información	T	22,80	20,00	18,27	32,15	22,45	22,67	368,550	24,570	24,570	5,1073
		L	60,29	60,25	....	55,92	64,49	60,57	57,46	883,300	58,887	
3	Regresa a línea	T	39,97	32,70	38,71	34,19	22,43	33,80	500,830	33,389	33,389	7,3080
		L	100,26	92,95	....	94,63	98,68	83,00	91,26	1384,130	92,275	
Tiempo Total en seg.									1384,130	TPS seg.	92,275	5,7800	
Tiempo Total en min.									23,069	TPS min.	1,53792		
											Desv Stand		
											Promedio		

Tabla 6.84 Tiempos de ejecución (va a P5 por información)

Para ver la tabla completa ver CD (Determinación de la carga de trabajo.xls-hoja: TAC en corte de muestras).

6.1.6.7.1 Procedimiento estadístico

Para esta actividad se mantiene el Nivel de confianza (Nc) en 95%, mientras que el tamaño de la muestra es de 15 tiempos.

- Grados de libertad $\square v = n - 1$
 $v = 15 - 1$
 $v = 14$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$tc = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 14) = 1,761$$

Tomando en cuenta los datos respectivos se procede al cálculo de aceptación, o análisis de aceptación del tamaño de la muestra.

N°	Actividad (Elemento)	Análisis Estadístico								
		Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
		X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lim	Decisión
1	Va al P5	34,317	4,9247	1,761	15	36,5559	32,0775	4,4784	4,4784	Se Acepta
2	Busca Información	24,570	5,1073			26,8922	22,2478	4,6444	4,6444	Se Acepta
3	Regresa a línea	33,389	7,3080			36,7115	30,0658	6,6457	6,6457	Se Acepta

Tabla 6.85 Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para las ida al P5 por información.

Como se observa en la tabla 6.85 se acepta un tamaño de muestra de 15 tiempos, para los tres (3) elementos que conforman la actividad antes mencionada.

6.1.6.7.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.6.7.2.1 Calificación de Velocidad

Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	B1 Excelente	0,11
Esfuerzo	F2 Deficiente	-0,17
Condiciones	E Aceptables	-0,03
Consistencia	C Buena	0,01
C		-0,08
Cv (Cv=1+C)		0,92

Tabla 6.86 Calificación de velocidad para las ida al P5 por información

La calificación de velocidad para las ida al Pulpito 5 en busca de información es de 0.92, lo que indica que se esta ejecutando esta actividad con un 8% de ineffectividad en lo que respecta a la velocidad.

A continuación se muestra el tiempo normal de ejecución.

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Normal $TN=TPS \cdot Cv$			Tiempo Normal Total	
		TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
1	Va al P5	34,317	0,92	31,5713	1,41	0,024
2	Busca Información	24,570		22,6044		
3	Regresa a línea	33,389		30,7176		

Tabla 6.87 Tiempo Normal de idas al P5 en busca de información

Como se muestra en la tabla 6.87, el tiempo de ejecución en que el técnico debe efectuar esta actividad es de 1.41min, que es igual a 84.6seg; vale tomar en cuenta que en este tiempo esta incluida la ida y vuelta desde el

área de trabajo (oficina), al igual que el tiempo que dura tomando la información.

6.1.6.7.3 Determinación de la Fatiga

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			
Factor		Grado	Puntos
Temperatura		4	40
Cond. ambientales		2	10
Humedad		3	15
Nivel de Ruido		3	20
Iluminación		1	5
Duración del Trabajo		1	20
Repetición del ciclo		2	40
Esfuerzo Físico		N/A	0
Esf. Mental y Visual		2	20
Posición del Trabajo		2	20
TOTAL			190
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla	
Clase	JET en min	Limite de Clase	185-191
190	450	Clase	B1
		Concesión fatiga %	6

Tabla 6.88 Factores operacionales para la determinación de fatiga para las ida al P5 por información

En lo que respecta a las ida al pulpito 5 en busca de información importante respecto a los rollos de alambrón, se considera un suplemento por concepto de fatiga del 6%, debido a que si bien el operario se encuentra expuesto a las altas temperaturas del área de trabajo, así como a los altos niveles de ruido que se generan en el proceso de producción por el uso de las maquinarias para el proceso siderúrgico, también se considera que el técnico no realiza ningún esfuerzo físico para ejecutar esta actividad, y que los tiempos de duración de la misma son bajos.

6.1.6.8 Actividad 8 (Llena formatos manuales)

De la misma manera como lo hace el técnico que trabaja en la línea realizando las mediciones, éste también llena formatos manuales, pero estos

estrechamente relacionados con el corte de muestras, y con el envío de las mismas al laboratorio de calidad, para que se le realicen las respectivas pruebas.

N°	Actividad (Elemento)	T	Tiempo Observado (ciclos)					ΣT	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T11	T12			
1	Llena formatos manuales	T	284,45	319,31	...	312,46	306,34	2569,030	214,086	124,8768

Tabla 6.89 Tiempos de ejecución de llenado de formatos manuales

6.1.6.8.1 Procedimiento estadístico

Para esta actividad se mantiene el Nivel de confianza (Nc) en 95%, mienta que el tamaño de la muestra es de 12 tiempos.

- Grados de libertad $\square v = n - 1$
 $v = 12 - 1$
 $v = 11$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$tc = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025; 11) = 1,796$$

Factores que influyen en el cálculo de la Carga de Trabajo								
Llenado de Formatos manuales	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			Clasificación de Velocidad del Operario Sistema Westinghouse				
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación		
	Temperatura	1	5	Habilidad	A1	0,15		
	Cond. ambientales	1	5	Esfuerzo	Extrema	-0,17		
	Humedad	1	5		Deficiente			
	Nivel de Ruido	1	5	Condiciones	B	0,04		
	Iluminación	1	5		Excelentes			
	Duración del Trabajo	2	40	Consistencia	C	0,01		
	Repetición del ciclo	1	20		Buena			
	Esfuerzo Físico	N/A	0	C			0,03	
Esf. Mental y Visual	1	10	Cv (Cv=1+C)			1,03		
Posición del Trabajo	1	10	TOTAL			105		
Concesión por fatiga			Cálculo Estadístico Basados en T Student					
Clase	JET en min	Limite de Clase	0-156	n	v	Nc%	α	$\alpha/2$
105	450	Clase	A1	t			tc	
Concesión fatiga %			1	11	0,025		1,796	

Tabla 6.90 Factores que Influyen en el cálculo del tiempo Normal de llenado de formatos manuales

Realizando el análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra se tiene que:

Análisis Estadístico								
Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
214,086	124,8768	1,796	12	278,8295	149,3421	129,4874	129,4874	Se acepta

Tabla 6.91 Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para el llenado de formatos manuales

En conclusión se acepta el tamaño de la muestra (12 tiempos)

6.1.6.8.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.6.8.2.1 Calificación de Velocidad

Como se observa en la tabla 6.90, específicamente en la sección de calificación de la velocidad, haciendo uso del método Westinghouse (ver Anexo 2), se obtiene un índice Cv de 1.03

A continuación se muestra el tiempo normal de ejecución.

Tiempo Normal $TN = TPS * Cv$			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
214,086	1,03	220,508	3,68	0,06

Tabla 6.92 Tiempo Normal de llenado de formatos manuales

Como se muestra en la tabla 6.92, el tiempo de ejecución en que el técnico debe efectuar esta actividad es de 3.68min.

6.1.6.8.3 Determinación de la Fatiga

Como se observa en la tabla 6.90, la concesión o suplemento por concepto de fatiga otorgado al técnico en estudio es de 1%, ya que esta actividad se desarrolla generalmente bajo un ambiente de oficina y en posición sentada.

6.1.6.9 Actividad 9 (Resuelve inconvenientes)

Esta es la última actividad que se considera dentro del grupo de labores que ejecuta este técnico de aseguramiento; en esta labor se buscan las soluciones a los problemas que se puedan presentar en las piezas producidas, como posibles melladuras mecánicas, mezcla de material, erizo, no conformidad del producto, entre otras; es una actividad que se realiza en conjunto con el compañero de trabajo.

A continuación se muestran los tiempos tomados mientras el técnico ejecutaba esta actividad.

N°	Actividad (Elemento)	T	Tiempo Observado (ciclos)					ΣT	TPS	Desviación Estandar (S)
			T1	T2	...	T9	T10			
1	Resuelve inconvenientes	T	350,28	173,84	...	120,49	160,41	1767,990	176,799	81,3529

Tabla 6.93 Tiempos de ejecución resolviendo inconvenientes

6.1.6.9.1 Procedimiento estadístico

Nivel de confianza (Nc) en 95

- Grados de libertad $\square v = n - 1$
 $v = 10 - 1$
 $v = 9$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$t_c = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025;9) = 1,833$$

Factores que influyen en el cálculo de la Carga de Trabajo								
Resuelve Inconvenientes	Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga			Clasificación de Velocidad del Operario				
	Factor	Grado	Puntos	Sistema Westinghouse				
	Factor	Grado	Puntos	Factor	Nivel	Clasificación		
	Temperatura	1	5	Habilidad	B1 Excelente	0,11		
	Cond. ambientales	1	5	Esfuerzo	E2 Aceptable	-0,08		
	Humedad	1	5					
	Nivel de Ruido	2	10	Condiciones	D Regulares	0		
	Iluminación	1	5					
	Duración del Trabajo	2	40	Consistencia	C Buena	0,01		
	Repetición del ciclo	1	20					
Esfuerzo Físico	N/A	0	C		0,04			
Esf. Mental y Visual	2	20	Cv (Cv=1+C)		1,04			
Posición del Trabajo	1	10	TOTAL 120					
TOTAL			120					
Cálculo Estadístico Basados en T Student								
Concesión por fatiga		Valores de la Tabla		n	v	Nc%	α	$\alpha/2$
Clase	JET en min	Límite de Clase	0-156	10	9	95	0,05	0,025
120	450	Clase	A1	t		tc		
		Concesión fatiga %	1	9	0,025	1,833		

Tabla 6.94 Factores que Influyen en el cálculo del tiempo Normal de resolución de inconvenientes.

Realizando el análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra se tiene que:

Análisis Estadístico								
Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
X prom (seg)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
176,799	81,3529	1,833	10	223,9548	129,6432	94,3116	94,3116	Se acepta

Tabla 6.95 Análisis estadístico para la resolución de inconvenientes

Una vez realizado el análisis se observa que se acepta un tamaño de muestras de 10 tiempos.

6.1.6.9.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.6.9.2.1 Calificación de Velocidad

Como se observa en la tabla 6.94, específicamente en la sección de calificación de la velocidad, la calificación de velocidad es de 1.04

A continuación se muestra el tiempo normal de ejecución.

Tiempo Normal TN=TPS*Cv			Tiempo Normal Total	
TPS	Cv	TN (Seg)	Min	Hrs
176,799	1,04	183,871	3,06	0,05

Tabla 6.96 Tiempo Normal en resolución de inconvenientes

Como se muestra en la tabla 6.96, el tiempo de ejecución en que el técnico debe efectuar esta actividad es de 3.06min.

6.1.6.9.3 Determinación de la Fatiga

Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga		
Factor	Grado	Puntos
Temperatura	1	5
Cond. ambientales	1	5
Humedad	1	5
Nivel de Ruido	2	10
Iluminación	1	5
Duración del Trabajo	2	40
Repetición del ciclo	1	20
Esfuerzo Físico	N/A	0
Esf. Mental y Visual	2	20
Posición del Trabajo	1	10
TOTAL		120

Tabla 6.97 Factores operacionales para la determinación de fatiga en la resolución de inconvenientes

Como se muestra en el cuadro anterior por el valor asignado a cada factor, se puede inferir con facilidad que la actividad se desarrolla en un ambiente de oficina, y efectivamente es así, también es importante resaltar que esta resolución de problemas en la mayoría de los casos se efectúa vía telefónica, ya que es el técnico quien indica a los responsables que esta sucediendo para que se tomen las medidas respectivas y solventar en inconveniente.

Una vez determinados todos los tiempos de ejecución de las actividades que se consideran para el técnico N°2, se procede a analizar las situaciones de laminación antes planteadas.

6.1.7 Análisis de las situaciones de laminación TAC (en corte de muestras)

6.1.7.1 Situación 1 (Laminación para Otros clientes sin incluir VICSON, ALMAGAL y TOCAR).

a. Toma de muestras para el LAB de calidad o Producto terminado

Según las practicas operativas que rigen este puesto de trabajo, se especifica que para la producción de alambρόn que no vaya dirigida a cliente críticos, como VICSON, ALMAGAL y TORCAR, se deben cortar 5 muestras por colada, para que se le efectúen los respectivos ensayos.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = (\#Pzas./70^{Pzas/col}) * 5^{Muestras/col}$$

1. Condición Promedio Real (309 ^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = (309^{Pzas/turno}/70^{Pzas/col}) * 5^{Muestras/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 22^{Veces/turno}$$

2. Condición Estándar (408 ^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = (408^{Pzas/turno}/70^{Pzas/col}) * 5^{Muestras/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 29^{Veces/turno}$$

b. Identifica muestras

Esta es una actividad que se realiza al final de cada colada antes de enviar las muestras al laboratorio de calidad para ser ensayadas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas/70^{Pzas/col}$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ Pzas/Turno} / 70 \text{ Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4 \text{ Veces/Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ Pzas/Turno} / 70 \text{ Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6 \text{ Veces/Turno}$$

c. Almacena testigos

Al igual que la actividad anterior, esta también se realiza al final de cada colada, en donde el técnico debe resguardar las muestras testigos, por si llegasen a fallar, las muestras originales.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 70 \text{ Pzas/col}$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ Pzas/Turno} / 70 \text{ Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4 \text{ Veces/Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ Pzas/Turno} / 70 \text{ Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6 \text{ Veces/Turno}$$

d. Envía muestras al LAB de calidad por PC

Se ejecuta al final de cada colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 70 \text{ Pzas/col}$$

1. Condición Promedio Real (309^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{\text{Pzas}} / \text{Turno} / 70^{\text{Pzas}} / \text{col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4^{\text{Veces}} / \text{Turno}$$

2. Condición Estándar (408^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{\text{Pzas}} / \text{Turno} / 70^{\text{Pzas}} / \text{col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{\text{Veces}} / \text{Turno}$$

e. Traslados hasta el LAB de productos terminados

Esta actividad al igual que las anteriores, también se ejecuta al final de cada colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 70^{\text{Pzas}} / \text{col}$$

1. Condición Promedio Real (309^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{\text{Pzas}} / \text{Turno} / 70^{\text{Pzas}} / \text{col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4^{\text{Veces}} / \text{Turno}$$

2. Condición Estándar (408^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{\text{Pzas}} / \text{Turno} / 70^{\text{Pzas}} / \text{col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{\text{Veces}} / \text{Turno}$$

f. Espera por resultados.

Esta labor se realiza una vez por colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 70^{\text{Pzas}} / \text{col}$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ Pzas/Turno} / 70 \text{ Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4 \text{ Veces/Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ Pzas/Turno} / 70 \text{ Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6 \text{ Veces/Turno}$$

g. Va a p5 por información

Basándonos en las observaciones directas se determinó que esta actividad tiene una ocurrencia de una vez cada 28 piezas fabricadas por lo que la frecuencia de ocurrencia queda determinada de la siguiente manera:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 28 \text{ Pzas}$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ Pzas/Turno} / 28 \text{ Pzas}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 11 \text{ Veces/Turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ Pzas/Turno} / 28 \text{ Pzas}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 14 \text{ Veces/Turno}$$

h. Llena formatos manuales

Tiene una frecuencia de ejecución de una vez cada 26 piezas producidas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 26 Pzas$$

1. Condición Promedio Real (309^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{Pzas} / \text{Turno} / 26 Pzas$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 12^{Veces} / \text{Turno}$$

2. Condición Estándar (408^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{Pzas} / \text{Turno} / 28 Pzas$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 16^{Veces} / \text{Turno}$$

i. Resuelve inconvenientes

Tiene una frecuencia de ejecución de una vez cada 104 piezas producidas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 104 Pzas$$

3. Condición Promedio Real (309^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{Pzas} / \text{Turno} / 104 Pzas$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 3^{Veces} / \text{Turno}$$

4. Condición Estándar (408^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{Pzas} / \text{Turno} / 104 Pzas$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4^{Veces} / \text{Turno}$$

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en corte de muestra) Evaluada en una situación de laminación donde se fabrican productos para cualquier cliente excepto para VICSON, ALMAGAL y TORCAR bajo la condición promedio real

Nº	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Promedio Real				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Nornal Total TE (min)	Conseción por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Toma muestras para el LAB de calidad	0,59	22	12,95	19	2,461	15,412
2	Identifica muestras	1,63	4	7,20	8	0,576	7,775
3	Almacena testigos	0,24	4	1,07	1	0,011	1,076
4	Envia muestras al LAB por PC	2,00	4	8,82	1	0,088	8,908
5	Traslados hasta el LAB producto terminado	3,69	4	16,28	11	1,790	18,066
6	Espera por resultados	9,93	4	43,82	1	0,438	44,258
7	Va a P5 por información	1,41	11	15,46	6	0,928	16,387
8	Llena formatos manuales	3,68	12	43,81	1	0,438	44,243
9	Resuelve inconvenientes	3,06	3	9,13	1	0,091	9,223
10	Recibe Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
11	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
12	Otras Actividades	12,00	1	12,00	0	0,000	12,000
Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)							197,347
suplemento por necesidades personales (min)							5% 9,867
Media Hora de Comida (min)							6% 30,000
Tiempo Total de Actividades (min)							237,214
Tiempo Total de Actividades (Hrs)							3,954
CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)							49,42

Tabla 6.98 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestra) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 1

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en corte de muestras) Evaluada en una situación de laminación donde se fabrican productos para cualquier cliente excepto para VICSON, ALMAGAL y TORCAR bajo la condición Estándar

Nº	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Estándar				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Nornal Total TE (min)	Conseción por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Toma muestras para el LAB de calidad	0,59	29	17,13	19	3,254	20,382
2	Identifica muestras	1,63	6	9,52	8	0,762	10,282
3	Almacena testigos	0,24	6	1,41	1	0,014	1,423
4	Envia muestras al LAB por PC	2,00	6	11,66	1	0,117	11,780
5	Traslados hasta el LAB producto terminado	3,69	6	21,52	11	2,368	23,891
6	Espera por resultados	9,93	6	57,95	1	0,579	58,529
7	Va a P5 por información	1,41	14	20,44	6	1,227	21,671
8	Llena formatos manuales	3,68	16	57,93	1	0,579	58,510
9	Resuelve inconvenientes	3,06	4	12,08	1	0,121	12,197
10	Recibe Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
11	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
12	Otras Actividades	12,00	1	12,00	0	0,000	12,000
Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)							250,666
suplemento por necesidades personales (min)							5% 12,533
Media Hora de Comida (min)							6% 30,000
Tiempo Total de Actividades (min)							293,200
Tiempo Total de Actividades (Hrs)							4,887
CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)							61,08

Tabla 6.99 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestras) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 1

A continuación se presenta gráficamente la carga de trabajo del técnico número 2, bajo ambas condiciones para el mismo ambiente de trabajo en estudio.

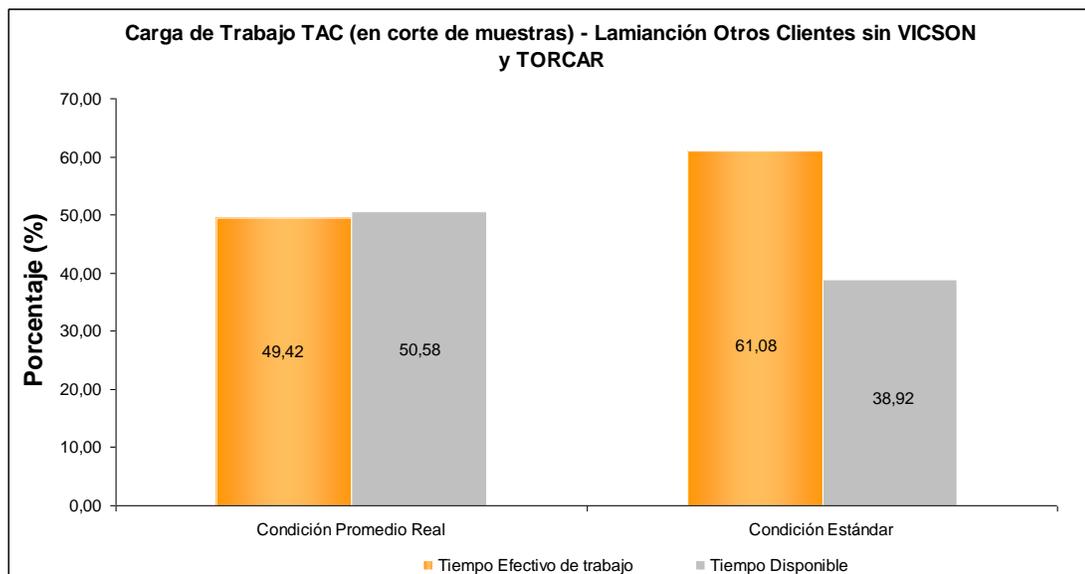


Fig. 6.10 Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°2 (en corte de muestras) en la situación 1

Como se muestra en la gráfica, se determina que la carga de trabajo de trabajo del técnico N°2, bajo esta situación de laminación donde no se consideran los productos para VICSON, ALMAGAL y TORCAR, que son los clientes críticos, la carga de trabajo para una condición de laminación promedio real ($309^{pzas}/turno$) es de 49.42% que se traducen en 237.21min de trabajo efectivo, lo que quiere decir que el técnico en corte de muestras cuenta con 247.58min de tiempo disponible para realizar otras actividades, en cambio si se presenta un condición estándar de laminación ($408^{pzas}/turno$), la carga de trabajo sufre un incremento del 11.66%, es decir 55.96min, más de tiempo efectivo de trabajo.

6.1.7.2 Situación 2 (Laminación combinada VICSON + Otros clientes).

a. Toma de muestras para el LAB de calidad o Producto terminado

Cuando se presenta esta situación en el laminador, por exigencias del cliente VICSON, se deben cortar 10 muestras por colada para todos sus productos, excepto para el producto 884 que exigen que se corten solo 5 muestras por colada, mientras que para los otros clientes se continúan cortando las 5 muestras por colada.

Para esto es importante trabajar con los siguientes MIX de laminación:

Cientes	%
Vicson	19,00
Otros	81,00

Mientras que se tiene que el MIX de laminación para el cliente VICSON es el siguiente:

Vicson	100%
Vison 884	43%
Vicson Otros	57%

Tomando en cuenta lo anterior se tiene que la frecuencia de ocurrencia de esta actividad es:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = [(((\#Pzas * 19\%) * 43\%) / 70^{Pzas/col}) * 5^{Muestras/col}] + [(((\#Pzas * 19\%) * 57\%) / 70^{Pzas/col}) * 10^{Muestras/col}] + [((\#Pzas * 81\%) / 70^{Pzas/col}) * 5^{Muestras/col}]$$

1. Condición Promedio Real (309^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec.} = [(((309^{Pzas/turno} * 19\%) * 43\%) / 70^{Pzas/col}) * 5^{Muestras/col}] + [(((309^{Pzas/turno} * 19\%) * 57\%) / 70^{Pzas/col}) * 10^{Muestras/col}] + [((309^{Pzas/turno} * 81\%) / 70^{Pzas/col}) * 5^{Muestras/col}]$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 35^{veces/turno}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec.} = [(((408 \text{ Pzas}/\text{turno} * 19\%) * 43\%)/70^{\text{Pzas}/\text{col}}) * 5^{\text{Muestras}/\text{col}}] + [(((408 \text{ Pzas}/\text{turno} * 19\%) * 57\%)/70^{\text{Pzas}/\text{col}}) * 10^{\text{Muestras}/\text{col}}] + [(((408 \text{ Pzas}/\text{turno} * 81\%)/70^{\text{Pzas}/\text{col}}) * 5^{\text{Muestras}/\text{col}}]$$
$$\text{Frec. Ocurrencia} = 40^{\text{Veces}/\text{Turno}}$$

b. Identifica muestras

Se realiza una vez por colada

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas.} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{\text{Pzas}/\text{Turno}} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$
$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4^{\text{Veces}/\text{Turno}}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{\text{Pzas}/\text{Turno}} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$
$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{\text{Veces}/\text{Turno}}$$

c. Almacena testigos

Se realiza una vez por colada

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas.} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$

1. Condición Promedio Real (309 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{\text{Pzas}/\text{Turno}} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$
$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4^{\text{Veces}/\text{Turno}}$$

2. Condición Estándar (408 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{\text{Pzas}/\text{Turno}} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$
$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{\text{Veces}/\text{Turno}}$$

d. Envía muestras al LAB de calidad por PC

Se ejecuta al final de cada colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas. / 70^{Pzas./col}$$

1. Condición Promedio Real (309^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{Pzas./Turno} / 70^{Pzas./col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4^{Veces./Turno}$$

2. Condición Estándar (408^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{Pzas./Turno} / 70^{Pzas./col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{Veces./Turno}$$

e. Traslados hasta el LAB de productos terminados

Esta actividad al igual que las anteriores, también se ejecuta al final de cada colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas. / 70^{Pzas./col}$$

1. Condición Promedio Real (309^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{Pzas./Turno} / 70^{Pzas./col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4^{Veces./Turno}$$

2. Condición Estándar (408^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{Pzas./Turno} / 70^{Pzas./col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{Veces./Turno}$$

f. Espera por resultados.

Esta labor se realiza una vez por colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas. / 70^{Pzas/col}$$

1. Condición Promedio Real (309^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{Pzas/turno} / 70^{Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4^{Veces/turno}$$

2. Condición Estándar (408^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{Pzas/turno} / 70^{Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{Veces/turno}$$

g. Va a p5 por información

Esta actividad se realiza una vez cada 28 piezas fabricadas, por lo que la frecuencia de ocurrencia queda determinada de la siguiente manera:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas. / 28 Pzas$$

1. Condición Promedio Real (309^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309^{Pzas/turno} / 28 Pzas$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 11^{Veces/turno}$$

2. Condición Estándar (408^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408^{Pzas/turno} / 28 Pzas$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 14^{Veces/turno}$$

h. Llena formatos manuales

Tiene una frecuencia de ejecución de una vez cada 26 piezas producidas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas. / 26 Pzas$$

1. Condición Promedio Real (309 ^{Pzas}/_{Turno})

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ ^{Pzas}/_{Turno} / 26 Pzas}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 12 \text{ ^{Veces}/_{Turno}}$$

3. Condición Estándar (408 ^{Pzas}/_{Turno})

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ ^{Pzas}/_{Turno} / 28 Pzas}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 16 \text{ ^{Veces}/_{Turno}}$$

i. Resuelve inconvenientes

Tiene una frecuencia de ejecución de una vez cada 104 piezas producidas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas. / 104 Pzas$$

1. Condición Promedio Real (309 ^{Pzas}/_{Turno})

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 309 \text{ ^{Pzas}/_{Turno} / 104 Pzas}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 3 \text{ ^{Veces}/_{Turno}}$$

2. Condición Estándar (408 ^{Pzas}/_{Turno})

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 408 \text{ ^{Pzas}/_{Turno} / 104 Pzas}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4 \text{ ^{Veces}/_{Turno}}$$

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en corte de muestras) Evaluada en una situación de Laminación combinada VICSON + ALMAGAL + Otros clientes bajo la condición promedio real

N ^a	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Promedio Real				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Normal Total TE (min)	Consección por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Toma muestras para el LAB de calidad	0,59	35	20,54	19	3,903	24,448
2	Identifica muestras	1,63	4	7,20	8	0,576	7,775
3	Almacena testigos	0,24	4	1,07	1	0,011	1,076
4	Envia muestras al LAB por PC	2,00	4	8,82	1	0,088	8,908
5	Traslados hasta el LAB producto terminado	3,69	4	16,28	11	1,790	18,066
6	Espera por resultados	9,93	4	43,82	1	0,438	44,258
7	Va a P5 por información	1,41	11	15,46	6	0,928	16,387
8	Llena formatos manuales	3,68	12	43,81	1	0,438	44,243
9	Resuelve inconvenientes	3,06	3	9,13	1	0,091	9,223
10	Recibe Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
11	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
12	Otras Actividades	15,00	1	15,00	0	0,000	15,000
Actividades Actuales		Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)					209,382
		suplemento por necesidades personales (min)					5% 10,469
Decalaminado		Media Hora de Comida (min)					6% 30,000
		Tiempo Total de Actividades (min)					249,851
Actividades Actuales		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					4,164
		CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)					52,05
Decalaminado		Tiempo Normal de Decalaminado (min)					8,160
		Suplemento por fatiga (min)					4% 0,326
Actividades Actuales		Tiempo Estandar Total de Decalaminado (min)					8,486
		suplemento por necesidades personales (min)					5% 0,424
Decalaminado		Tiempo Total de Trabajo en Decalaminado (min)					8,911
		Tiempo Total de Actividades (min)					258,762
Actividades Actuales		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					4,313
		CARGA DE TRABAJO CON ENSAYOS (%)					53,91

Tabla 6.100 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestras) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 2

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (corte de muestras) Evaluada en una situación de Laminación combinada VICSON + ALMAGAL + Otros clientes bajo la condición Estándar

N ^a	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Frecuencia (veces/Turno)	T Normal Total TE (min)	Consección por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	Tiempo (Min/Jornada)	
1	Toma muestras para el LAB de calidad	0,59	40	23,48	19	4,461	27,940	
2	Identifica muestras	1,63	6	9,79	8	0,783	10,571	
3	Almacena testigos	0,24	6	1,45	1	0,014	1,463	
4	Envía muestras al LAB por PC	2,00	6	11,99	1	0,120	12,111	
5	Traslados hasta el LAB producto terminado	3,69	6	22,13	11	2,434	24,563	
6	Espera por resultados	9,93	6	59,58	1	0,596	60,173	
7	Va a P5 por información	1,41	14	20,44	6	1,227	21,671	
8	Llena formatos manuales	3,68	16	57,93	1	0,579	58,510	
9	Resuelve inconvenientes	3,06	4	12,08	1	0,121	12,197	
10	Recibe Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000	
11	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000	
12	Otras Actividades	15,00	1	15,00	0	0,000	15,000	
Actividades Actuales		Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)						264,199
		suplemento por necesidades personales (min)					5%	13,210
Decalaminado		Media Hora de Comida (min)					6%	30,000
		Tiempo Total de Actividades (min)						307,409
Decalaminado		Tiempo Total de Actividades (Hrs)						5,123
		CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)						64,04
Decalaminado		Tiempo Normal de Decalaminado (min)						8,160
		Suplemento por fatiga (min)					4%	0,326
Decalaminado		Tiempo Estandar Total de Decalaminado (min)						8,486
		suplemento por necesidades personales (min)					5%	0,424
Decalaminado		Tiempo Total de Trabajo en Decalaminado (min)						8,911
		Tiempo Total de Actividades (min)						316,320
Decalaminado		Tiempo Total de Actividades (Hrs)						5,272
		CARGA DE TRABAJO CON ENSAYOS (%)						65,90

Tabla 6.101 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestra) bajo la condición Promedio Real en la situación de laminación 2

Gráficamente, la carga de trabajo del técnico de aseguramiento de la calidad considerado como el sujeto número 2 para el estudio, tomando en cuenta que se lamina para VICSON, ALMAGAL, y otros clientes pero no se considera a TORCAR queda representada de la siguiente manera:

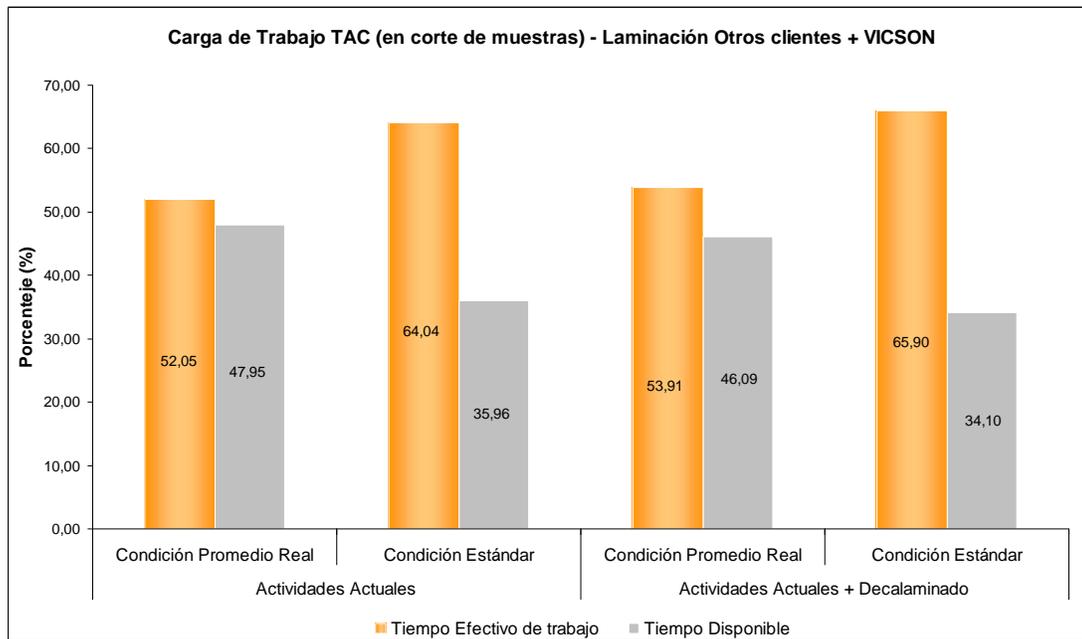


Fig. 6.11 Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°2 (en corte de muestras) en la situación 2

Analizando la gráfica del comportamiento de la carga de trabajo, para este técnico bajo la situación de laminación antes mencionada, se puede observar que realizando solo las actividades que ejecuta actualmente y bajo una condición promedio real, la carga de trabajo es de 52.05% que es igual 249.81min, obteniéndose con esto un tiempo disponible para realizar otras actividades de 230.16min; por otra parte si se considera la condición estándar la carga de trabajo asciende a 64.04% (307.40min), otorgándole un tiempo disponible de 172.59min.; ahora al adicionarle a sus actividades diarias el ensayo de decalaminado se observa como la carga de trabajo sufre un incremento del 1.86% en ambos casos, es decir; que si consideramos la

condición estándar por ser en la que se producen la mayor cantidad de piezas se obtiene una carga de trabajo del 65.90% que equivalen a 316.32min, de un total de 480min que conforman una jornada de trabajo.

6.1.7.3 Situación 3 (Laminación combinada VICSON + TORCAR).

En esta situación se considerara la misma cantidad de piezas calculadas para el técnico anterior (en línea), de $367^{Pzas}/_{Turno}$.

a. Toma de muestras para el LAB de calidad o Producto terminado

Como se menciona anteriormente el cliente VICSON, exige que se corten 10 muestras por colada para todos sus productos, excepto para el producto 884 que exige que se corten solo 5 muestras por colada, mientras que para el cliente TORACR se cortan 5 muestras por colada.

Para este caso se trabaja con un MIX de producción de:

Clientes	%
Vicson	95,00
Torcar	5,00

Mientras que se mantiene el MIX interno de VICSON mencionado en la situación anterior

Por lo que la frecuencia de ocurrencia de esta actividad, tomando en cuenta el número de piezas que se producen para esta situación es:

$$Frec. Ocurrencia= [(((\#Pzas*95\%)* 43\%)/70^{Pzas/col}) * 5^{Muestras/col}] + [(((\#Pzas*95\%)* 57\%)/70^{Pzas/col}) * 10^{Muestras/col}] + [((\#Pzas*5\%)/70^{Pzas/col}) * 5^{Muestras/col}]$$

Condición Estándar (367 Pzas/Turno)

$$\text{Frec.} = [(((367 \text{ Pzas}/\text{turno} * 95\%) * 43\%)/70^{\text{Pzas}/\text{col}}) * 5^{\text{Muestras}/\text{col}}] + [(((367 \text{ Pzas}/\text{turno} * 19\%) * 95\%)/70^{\text{Pzas}/\text{col}}) * 10^{\text{Muestras}/\text{col}}] + [((367 \text{ Pzas}/\text{turno} * 5\%)/70^{\text{Pzas}/\text{col}}) * 5^{\text{Muestras}/\text{col}}]$$
$$\text{Frec. Ocurrencia} = 55^{\text{Veces}/\text{Turno}}$$

b. Identifica muestras

Se realiza una vez por colada

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas.} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$

Condición Estándar (367 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367^{\text{Pzas}/\text{Turno}} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$
$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{\text{Veces}/\text{Turno}}$$

c. Almacena testigos

Se realiza una vez por colada

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas.} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$

Condición Estándar (367 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367^{\text{Pzas}/\text{Turno}} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$
$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{\text{Veces}/\text{Turno}}$$

d. Envía muestras al LAB de calidad por PC

Se ejecuta al final de cada colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas.} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$

Condición Estándar (367 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367^{\text{Pzas}/\text{Turno}} / 70^{\text{Pzas}/\text{col}}$$
$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{\text{Veces}/\text{Turno}}$$

e. Traslados hasta el LAB de productos terminados

Esta actividad al igual que las anteriores, también se ejecuta al final de cada colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 70^{Pzas/col}$$

Condición Estándar (367 ^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367^{Pzas/turno} / 70^{Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{Veces/turno}$$

f. Espera por resultados.

Esta labor se realiza una vez por colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 70^{Pzas/col}$$

Condición Estándar (367 ^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367^{Pzas/turno} / 70^{Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 6^{Veces/turno}$$

g. Va a p5 por información

Esta actividad se realiza una vez cada 28 piezas fabricadas, por lo que la frecuencia de ocurrencia queda determinada de la siguiente manera:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 28 Pzas$$

Condición Estándar (367 ^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367^{Pzas/turno} / 28 Pzas$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 13^{Veces/turno}$$

h. Llena formatos manuales

Tiene una frecuencia de ejecución de una vez cada 26 piezas producidas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 26 Pzas$$

Condición Estándar (367 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367 \text{ Pzas} / \text{Turno} / 26 Pzas$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 14 \text{ Veces} / \text{Turno}$$

i. Resuelve inconvenientes

Tiene una frecuencia de ejecución de una vez cada 104 piezas producidas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas / 104 Pzas$$

Condición Estándar (367 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 367 \text{ Pzas} / \text{Turno} / 104 Pzas$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 4 \text{ Veces} / \text{Turno}$$

Una vez determinadas las frecuencias de ocurrencia de cada actividad que realiza el técnico de aseguramiento de la calidad del tren de alambón considerado como el segundo sujeto para el estudio, se determina la carga de trabajo, enmarcada en la situación de laminación donde solo se fabrican piezas para los cliente VICSON y TORCAR en una proporción o MIX de laminación de 95% y 5% respectivamente.

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en corte de muestras) Evaluada en una situación de Laminación combinada solo VICSON + TORCAR bajo la condición Estándar

N ^a	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Estándar				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Nornal Total TE (min)	Consección por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Toma muestras para el LAB de calidad	0,59	55	32,18	19	6,114	38,294
2	Identifica muestras	1,63	6	9,76	8	0,781	10,540
3	Almacena testigos	0,24	6	1,44	1	0,014	1,458
4	Envía muestras al LAB por PC	2,00	6	11,96	1	0,120	12,075
5	Traslados hasta el LAB producto terminado	3,69	6	22,06	11	2,427	24,490
6	Espera por resultados	9,93	6	59,40	1	0,594	59,996
7	Va a P5 por información	1,41	13	18,37	6	1,102	19,475
8	Llena formatos manuales	3,68	14	52,06	1	0,521	52,580
9	Resuelve inconvenientes	3,06	4	10,85	1	0,109	10,961
10	Recibe Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
11	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
12	Otras Actividades	15,00	1	15,00	0	0,000	15,000
Actividades Actuales		Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)					264,870
		suplemento por necesidades personales (min) 5%					13,243
Recalcado		Media Hora de Comida (min) 6%					30,000
		Tiempo Total de Actividades (min)					308,113
Decalaminado		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					5,135
		CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)					64,19
Actividades Actuales		Tiempo Normal de Recalcado (min)					29,186
		Suplemento por fatiga (min) 1%					0,292
Recalcado		Tiempo Estandar Total de Recalcado (min)					29,478
		suplemento por necesidades personales (min) 5%					1,474
Decalaminado		Tiempo Total de Trabajo en Recalcado (min)					30,952
		Tiempo Normal de Decalaminado (min)					16,320
Actividades Actuales		Suplemento por fatiga (min) 4%					0,653
		Tiempo Estandar Total de Decalaminado (min)					16,973
Recalcado		suplemento por necesidades personales (min) 5%					0,849
		Tiempo Total de Trabajo en Decalaminado (min)					17,821
Decalaminado		Tiempo Total de Actividades (min)					356,886
		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					5,948
Actividades Actuales		CARGA DE TRABAJO CON RECALCADO (%)					74,35

Tabla 6.102 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°2 (en corte de muestras) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 3

La representación gráfica de esta situación es la siguiente:

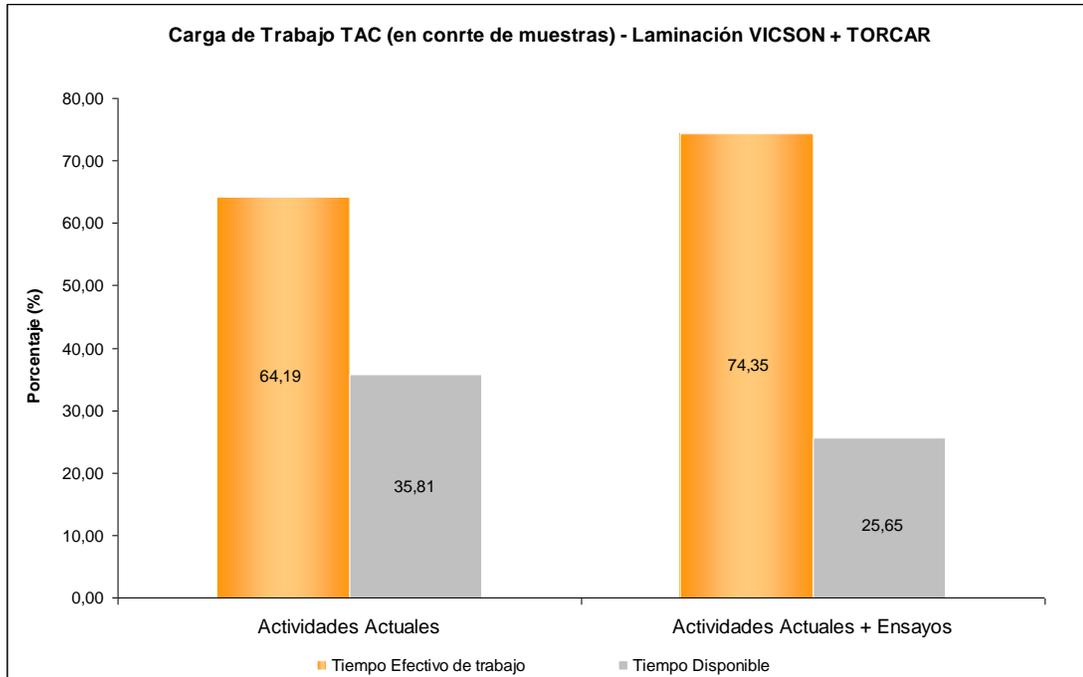


Fig. 6.12 Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°2 (en corte de muestras) en la situación 3.

Es notable al observar la gráfica del comportamiento de la carga de trabajo de técnico en corte de muestras, que la carga de trabajo solo con la ejecución de las actividades actuales es de 308.11min que representan el 64.19% del tiempo total de la jornada de trabajo, por lo que cuenta con un tiempo disponible para desempeñarse en otra actividades de 171.88min que es igual al 35.81%, que si se le adicionan a sus actividades cotidianas los ensayos de decalaminado exigido por el cliente VICSON y el ensayo de recalado exigido por el cliente TORACR, la carga de trabajo asciende a 74.35%, lo que es igual a 356.88min de trabajo efectivo, dejándole solo 123.12min de tiempo disponible para ejecutar otra actividades.

6.1.7.4 Situación 4 (Laminación 100% VICSON 723 Diámetro 5.5mm).

En este ambiente de laminación se consideraran al igual que para el técnico N°2 (en línea) la mayor cantidad de piezas producidas para los productos 723 de diámetro 5.5mm ($358^{Pzas}/Turno$)

a. Toma de muestras para el LAB de calidad o Producto terminado

Como solo se lamina para el cliente VICSON, producto 723 de diámetro 5.5mm, se deben cortar 10 muestras por cada colada para la realización de los ensayos respectivos.

Por lo que la frecuencia de ocurrencia de esta actividad, tomando en cuenta el número de piezas que se producen para esta situación es:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = (\#Pzas/70^{Pzas/col}) * 5^{Muestras/col}$$

Condición Estándar ($367^{Pzas}/Turno$)

$$\text{Frec.} = (358^{Pzas}/turno / 70^{Pzas/col}) * 10^{Muestras/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 51^{Veces}/Turno$$

b. Identifica muestras

Se realiza una vez por colada

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas./70^{Pzas/col}$$

Condición Estándar ($358^{Pzas}/Turno$)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358^{Pzas}/Turno / 70^{Pzas/col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 5^{Veces}/Turno$$

c. Almacena testigos

Se realiza una vez por colada

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \#Pzas./70^{Pzas/col}$$

Condición Estándar (358 ^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{Turno} / 70 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 5^{\text{veces}}/\text{Turno}$$

d. Envía muestras al LAB de calidad por PC

Se ejecuta al final de cada colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 70 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{col}$$

Condición Estándar (358 ^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{Turno} / 70 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 5^{\text{veces}}/\text{Turno}$$

e. Traslados hasta el LAB de productos terminados

Esta actividad al igual que las anteriores, también se ejecuta al final de cada colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 70 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{col}$$

Condición Estándar (358 ^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{Turno} / 70 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 5^{\text{veces}}/\text{Turno}$$

f. Espera por resultados.

Esta labor se realiza una vez por colada.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 70 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{col}$$

Condición Estándar (358 ^{Pzas}/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{Turno} / 70 \text{ }^{\text{Pzas}}/\text{col}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 5^{\text{veces}}/\text{Turno}$$

g. Va a p5 por información

Esta actividad se realiza una vez cada 28 piezas fabricadas, por lo que la frecuencia de ocurrencia queda determinada de la siguiente manera:

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 28 \text{ Pzas}$$

Condición Estándar (358 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ Pzas} / \text{Turno} / 28 \text{ Pzas}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 13 \text{ Veces} / \text{Turno}$$

h. Llena formatos manuales

Tiene una frecuencia de ejecución de una vez cada 26 piezas producidas.

$$\text{Frec. Ocurrencia} = \# \text{Pzas} / 26 \text{ Pzas}$$

Condición Estándar (358 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ Pzas} / \text{Turno} / 26 \text{ Pzas}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 14 \text{ Veces} / \text{Turno}$$

i. Resuelve inconvenientes

Tiene una frecuencia de ejecución de una vez cada 104 piezas producidas.

Condición Estándar (358 Pzas/Turno)

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 358 \text{ Pzas} / \text{Turno} / 104 \text{ Pzas}$$

$$\text{Frec. Ocurrencia} = 3 \text{ Veces} / \text{Turno}$$

Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento de la calidad (en corte de muestras) Evaluada en una situación de Laminación 100% VICSON 723, Diam. 5.5mm bajo la condición Estándar

N ^a	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Condición Estándar				Tiempo (Min/Jornada)
			Frecuencia (veces/Turno)	T Normal Total TE (min)	Conseción por fatiga %	T concedido por fatiga T (min)	
1	Toma muestras para el LAB de calidad	0,59	51	30,02	19	5,704	35,723
2	Identifica muestras	1,63	5	8,34	8	0,667	9,010
3	Almacena testigos	0,24	5	1,23	1	0,012	1,247
4	Envia muestras al LAB por PC	2,00	5	10,22	1	0,102	10,323
5	Traslados hasta el LAB producto terminado	3,69	5	18,86	11	2,075	20,937
6	Espera por resultados	9,93	5	50,78	1	0,508	51,291
7	Va a P5 por información	1,41	13	17,92	6	1,075	18,991
8	Llena formatos manuales	3,68	14	50,77	1	0,508	51,274
9	Resuelve inconvenientes	3,06	3	10,58	1	0,106	10,689
10	Recibe Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
11	Entrega Turno	10,00	1	10,00	0	0,000	10,000
12	Otras Actividades	15,00	1	15,00	0	0,000	15,000
Actividades Actuales		Tiempo Estandar Total de trabajo por Turno (min)					244,485
		suplemento por necesidades personales (min)					5% 12,224
Decalaminado		Media Hora de Comida (min)					6% 30,000
		Tiempo Total de Actividades (min)					286,709
Decalaminado		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					4,778
		CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)					59,73
Decalaminado		Tiempo Normal de Decalaminado (min)					47,622
		Suplemento por fatiga (min)					4% 1,905
Decalaminado		Tiempo Estandar Total de Decalaminado (min)					49,527
		suplemento por necesidades personales (min)					5% 2,476
Decalaminado		Tiempo Total de Trabajo en Decalaminado (min)					52,003
		Tiempo Total de Actividades (min)					338,712
Decalaminado		Tiempo Total de Actividades (Hrs)					5,645
		CARGA DE TRABAJO CON DECALAMINADO (%)					70,57

Tabla 6.103 Carga de Trabajo del Técnico de Aseguramiento N°1 (en corte de muestras) bajo la condición Estándar en la situación de laminación 4

La representación gráfica de la carga de trabajo del técnico N°2 bajo unos márgenes de laminación 100% VICSON 723 Diam. 5.5mm es la siguiente:

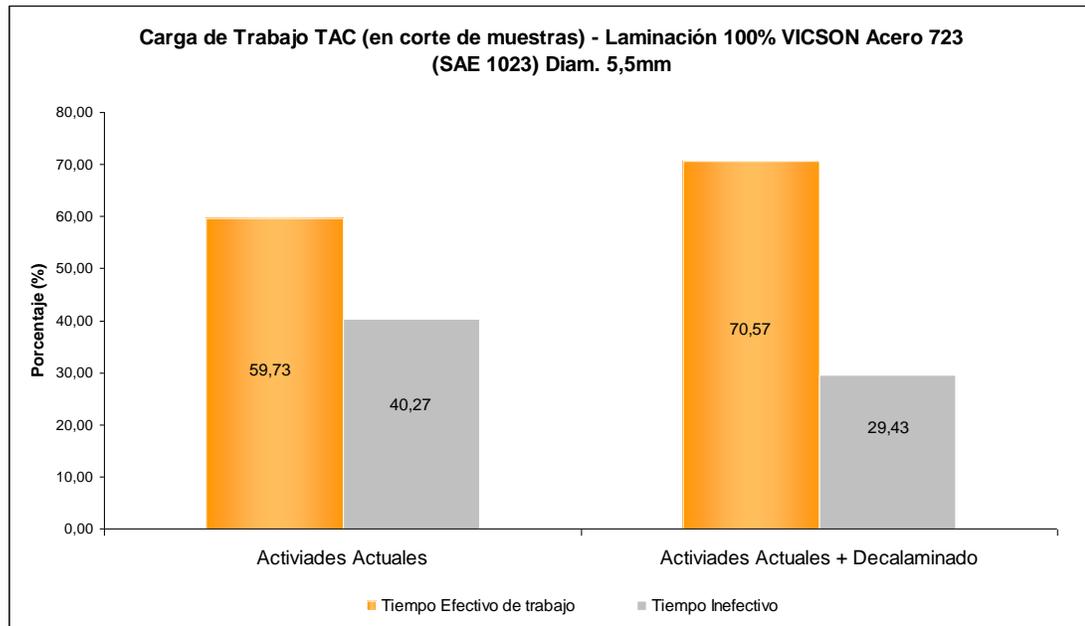


Fig. 6.13 Comportamiento de la carga de trabajo del Técnico N°2 (en corte de muestra) en la situación 4.

De la gráfica se puede concluir que la mayor carga de trabajo que puede presentar el técnico de aseguramiento (en corte de muestras) es del 70.52% que equivale a 338.51min, esto si se le adicionara a sus actividades diarias el ensayo de decalaminado, exigido por el cliente al cual va dirigido el producto, por otro lado la carga de trabajo bajo el criterio en que se encuentra actualmente trabajando el técnico (ejecutando solo las actividades actuales), es de 59.73% que es igual a 286.70min, dejándole 193.29min de tiempo disponible para la realización de otras actividades.

Ahora retrocediendo un poco y analizando más a fondo la carga de trabajo de ambos técnicos bajo una situación de laminación donde se lamine solo para los clientes VICSON y TORCAR, la carga del técnico en línea es de

92.52% si realiza ambos ensayos, mientras que el técnico de calidad (en corte de muestras) posee una carga de trabajo de 74.35%, por lo que analizaremos como quedaría la carga de trabajo se comparten los ensayos. De esta manera las cargas de trabajo quedan de la siguiente manera.

Actividad	Técnico	T Trabajo Turno (min)	Carga de Trabajo Parcial %	Carga Trabajo Total %
Diarias sin ensayos	TAC1	395,31	82,36	86,07
Decalaminado		17,821	3,71	
Diarias sin ensayos	TAC2	308,113	64,19	70,64
Recalcado		30,952	6,45	

Tabla 6.104 Carga de trabajo de los Técnicos de aseguramiento de calidad en una situación de laminación solo para VICSON + TORCAR

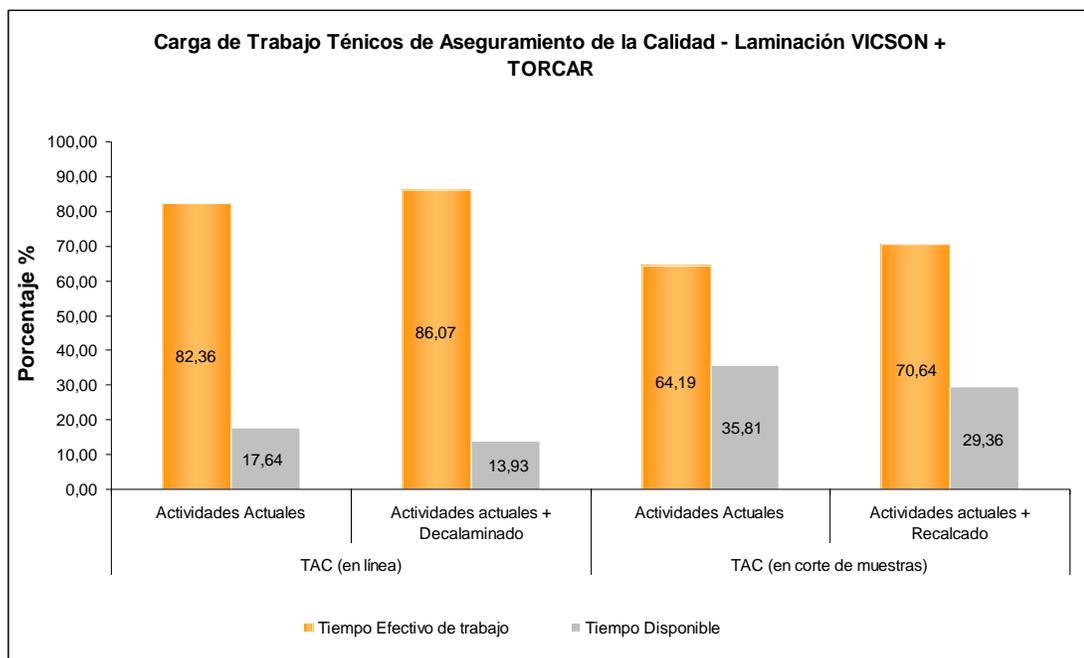


Fig. 6.14 Comportamiento de la carga de trabajo de los Técnicos de Aseguramiento bajo una situación de laminación para VICSON Y TORCAR

Observando la tabla 6.104 y la gráfica 6.14 se nota que para el técnico de aseguramiento N°1 la carga de trabajo solo realizando las actividades actuales es de 82.36% (395.31min) siendo esta la mayor carga de trabajo

entre ambos técnicos, y al adicionarle a este el ensayo de dec laminado ya que es el que posee el menor tiempo estándar de ejecución (17.82min), su carga de trabajo se incrementa en un 3.71% quedando esta en un 86.07% que es igual a 413.13min., mientras que para el segundo técnico de aseguramiento la carga de trabajo solo realizando las actividades que ejecuta actualmente es de 64.19% (308.11min) y al adicionarle el ensayo de recalcado que posee el mayor tiempo estándar entre los dos ensayos, la carga de trabajo asciende en un 6.45% quedando esta en 70.64% que es igual a 339.06min.

Una vez analizando la carga de trabajo de ambos técnicos de aseguramiento que desempeñan sus labores en la zona de acabado del tren de alambión, también se realizó el análisis de la carga de trabajo de los operarios de despunte (personal contratado S.A.C.A).

6.1.8 Carga de trabajo de los operarios de despunte (personal de S.A.C.A.)

Para determinar la carga de trabajo de este personal, es importante señalar que los mismos ejecutan la actividad de despunte en plena línea (ver anexo), siendo estos lo que se encuentran en mayor contacto con las altas temperaturas de los rollos al salir del tren terminador (entre 600°C y 750°C), por lo que poseen un régimen de 1 hora de trabajo y 1 hora de descanso, hasta completar la jornada laboral; de igual forma es importante destacar que actualmente se encuentran trabajando en este puesto de trabajo 2 personas.

Por medio de la observación directa, se determinó que 1 de los técnicos despunta aproximadamente el 51% de los rollos que se producen en un turno de trabajo.

A continuación se muestran los tiempos de ejecución tomados a los operarios de despunte en cada uno de los elementos que conforman esta actividad.

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Observado (ciclos)							Σr	Promedio T(s)	TPS	Desviación Estandar (S)	
		T1	T2	...	T17	T18	T19	T20					
1	Detiene Carro CTI	T	2,02	2,52	0,91	1,09	1,40	1,91	40,040	2,002	2,002	1,0131
		L	2,02	2,52	....	0,91	1,09	1,40	1,91	40,040	2,002	
2	Toma cizalla	T	1,99	0,88	1,18	0,73	1,45	0,74	30,130	1,507	1,507	0,9605
		L	4,01	3,40	....	2,09	1,82	2,85	2,65	70,170	3,509	
3	Inspecciona rollo	T	3,81	10,61	4,88	7,35	10,12	10,40	200,240	10,012	10,012	5,4119
		L	7,82	14,01	....	6,97	9,17	12,97	13,05	270,410	13,521	
4	Corta espiras (punta del rollo)	T	4,27	8,33	4,13	66,58	7,36	10,48	233,880	11,694	11,694	14,2196
		L	12,09	22,34	....	11,10	75,75	20,33	23,53	504,290	25,215	
5	Coloca espiras cortadas en recolector	T	8,78	5,31	7,88	9,52	5,81	16,76	182,050	9,103	9,103	5,0917
		L	20,87	27,65	....	18,98	85,27	26,14	40,29	686,340	34,317	
6	Pone en marcha Carro CTI	T	1,49	1,81	0,82	2,41	1,45	0,72	27,880	1,394	1,394	0,4662
		L	22,36	29,46	....	19,80	87,68	27,59	41,01	714,220	35,711	
7	Corta espiras (cola del rollo)	T	6,42	8,37	9,84	12,13	9,49	9,67	218,060	10,903	10,903	7,9218
		L	28,78	37,83	....	29,64	99,81	37,08	50,68	932,280	46,614	
8	Espera por el proximo rollo	T	29,59	29,55	36,09	29,41	29,30	29,16	624,970	31,249	31,249	4,2081
		L	58,37	67,38	....	65,73	129,22	66,38	79,84	1557,250	77,863	
Tiempo Total en seg.									1557,250	TPS seg.	77,863	4,9116	
Tiempo Total en min.									25,954	TPS min.	1,298		
											Desv Stand Promedio		

Tabla 6.105 Tiempos de ejecución de despunte

Para ver la tabla completa ver CD (determinación de la carga de trabajo.xls – hoja: Despunte).

6.1.8.1 Procedimiento estadístico

En esta ocasión se tomaron 15 tiempos y se sigue considerando un nivel de confianza de 95%

- Grados de libertad $\square v = n - 1$
 $v = 20 - 1$
 $v = 19$
- $\alpha = 1 - Nc$
 $\alpha = 1 - 0,95 \longrightarrow \alpha = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$

$$tc = t(\alpha/2; n-1) = t(0,025;19) = 1,729$$

Realizando el cálculo estadístico para la aceptación del tamaño de la muestra se tiene:

N°	Actividad (Elemento)	Análisis Estadístico								
		Datos				Determinación del tamaño de las muestras				
		X prom (min)	Desv.	tc	n	ls	li	ltotal	lm	Decisión
1	Detiene Carro CTI	2,002	1,0131	1,729	20	2,3937	1,6103	0,7834	0,7834	Se Acepta
2	Toma cizalla	1,507	0,9605			1,8778	1,1352	0,7427	0,7427	Se Acepta
3	Inspecciona rollo	10,012	5,4119			12,1043	7,9197	4,1847	4,1847	Se Acepta
4	Corta espiras	11,694	14,2196			17,1915	6,1965	10,9951	10,9951	Se Acepta
5	Coloca espiras cortadas en recolector	9,103	5,0917			11,0710	7,1340	3,9370	3,9370	Se Acepta
6	Pone en marcha Carro CTI	1,394	0,4662			1,5742	1,2138	0,3605	0,3605	Se Acepta
7	Corta punta del alambren	10,903	7,9218			13,9657	7,8403	6,1254	6,1254	Se Acepta
8	Espera por el proximo rollo	31,249	4,2081			32,8754	29,6216	3,2538	3,2538	Se Acepta

Tabla 6.106 Análisis estadístico de aceptación del tamaño de la muestra para el despunte

Como se muestra en la tabla 6.106, se acepta un tamaño de muestra de 20 tiempos para todos los elementos que conforman esta actividad de despunte.

6.1.8.2 Cálculo del Tiempo Normal

6.1.8.2.1 Calificación de Velocidad

Clasificación de Velocidad del Operario		
Sistema Westinghouse		
Factor	Nivel	Clasificación
Habilidad	B1 Excelente	0,11
Esfuerzo	B2 Excelente	0,08
Condiciones	F Deficientes	-0,07
Consistencia	C Buena	0,01
C		0,13
Cv (Cv=1+C)		1,13

Tabla 6.107 Calificación de velocidad para el despunte

Queda determinado en la tabla 6.107 que la calificación de velocidad para esta actividad es de 1.13, lo que indica que se esta laborando con un 13% de

efectividad en lo que a velocidad respecta, esto basándonos en el método Westinghouse para hacer la calificación de cada factor.

Luego haciendo uso de los tiempos promedios seleccionados (TPS) y de la calificación de velocidad, el tiempo normal de ejecución de esta actividad es:

N°	Actividad (Elemento)	Tiempo Normal TN=TPS*Cv			Tiempo Normal Total	
		TPS	Cv	TN	Min	Hrs
1	Detiene Carro CTI	2,002	1,13	2,2623	1,47	0,02
2	Toma cizalla	1,507		1,7023		
3	Inspecciona rollo	10,012		11,3136		
4	Corta espiras	11,694		13,2142		
5	Coloca espiras cortadas en recolector	9,103		10,2858		
6	Pone en marcha Carro CTI	1,394		1,5752		
7	Corta punta del alambros	10,903		12,3204		
8	Espera por el proximo rollo	31,249		35,3108		

Tabla 6.108 Tiempo Normal de ejecución del despunte.

Como se observa en la tabla 6.108, el tiempo normal de ejecución del despunte es de 1.47min en total para un rollo o una pieza. Ahora como se menciono anteriormente, uno de los técnicos despunta aproximadamente el 51% de los rollos que se producen en un turno por lo que la frecuencia de ejecución de esta actividad, tomando en cuenta una producción de $309^{Pzas}/turno$, debido a que la condición que posee una mayor frecuencia de aparición es la siguiente:

$$Frec. Ocurrencia = \#Pzas * 51\%$$

$$Frec. = 309^{Pzas}/turno * 51\%$$

$$Frec. Ocurrencia = 158^{Veces}/Turno$$

Carga de Trabajo de los operarios de despunte (personal contratado S.A.C.A.)

Nº	ACTIVIDADES	Tiempo Normal De ejecución TN(min)	Frecuencia (veces/Turno)	Tiempo (Min/Jornada)
1	Despunte de rollos de alambón	1,47	158	232,175
	Tiempo de descanso (política de trabajo) (min)		37,5%	180,0
	Suplemento por necesidades personales (min)		5%	11,609
	Otras actividades que realiza (min)		3,1%	5,000
	Tiempo Total de Actividades (min)			428,784
	CARGA DE TRABAJO TOTAL (%)			89,330

Tabla 6.109 Carga de trabajo de los operarios de despunte (Personal contratado S.A.C.A)

Gráficamente la carga de trabajo queda representada como se muestra a continuación:

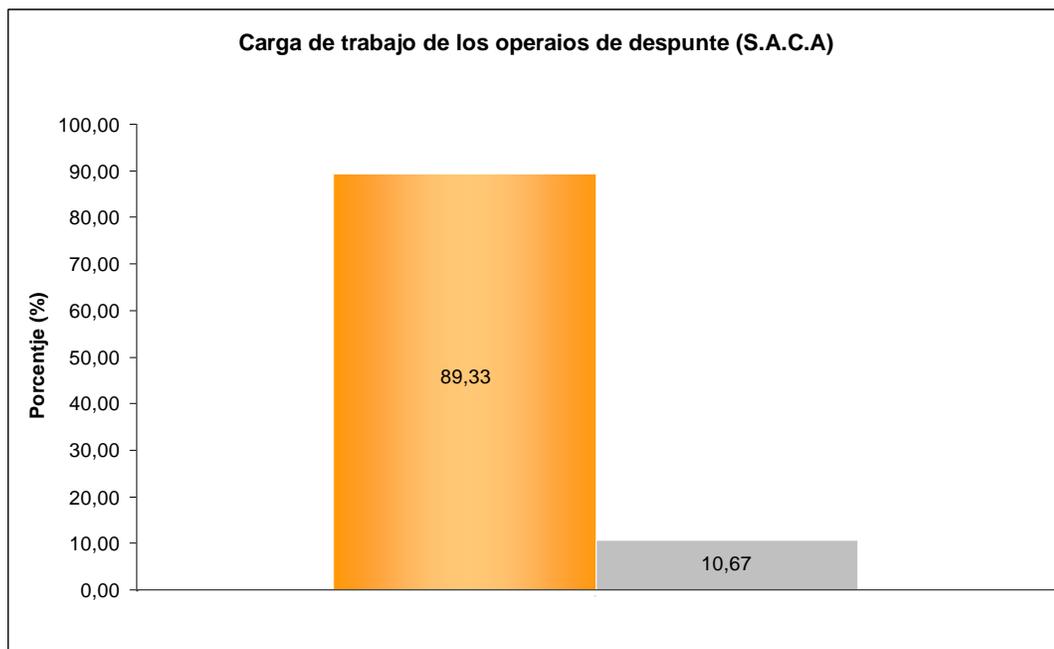
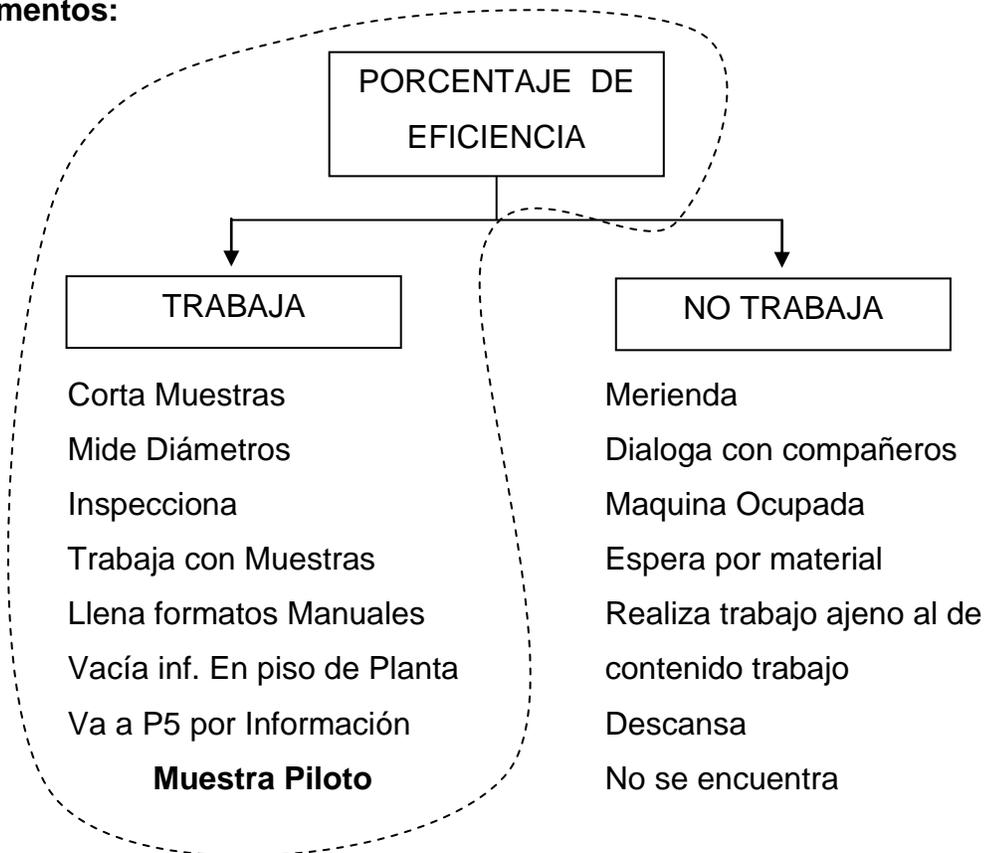


Fig. 6.15 Comportamiento de la carga de trabajo de los operarios de despunte

6.2 Aplicación de la técnica de muestreo de trabajo

Con este estudio se determina la eficiencia de los operarios involucrados en el proceso de aseguramiento de la calidad de los productos de alambρόn en el Tren de laminación de Alambρόn de **TERNIUM SIDOR**

Elementos:



Para iniciar el estudio se tomó una muestra piloto de ciento veintiséis (126) observaciones, con el fin de obtener mayor exactitud, ya que el número de operadores en estudio es pequeño.

Para la muestra piloto se consideraron 9 observaciones por operario, lo que hace un total de 18 observaciones por día.

Antes de proceder a la realización del estudio, se elaboró un formato; el cual fue de gran ayuda para vaciar la información preliminar que indicara las observaciones de la muestra piloto a determinadas horas. (Ver apéndice 2).

6.2.1 Definición del nivel de confianza

$$\left. \begin{array}{l} N_c = 90 \% \\ S = 10 \end{array} \right\} K = 1,64$$

Números aleatorios

Para la realización de este estudio se tomaron en cuenta las horas comprendidas entre la jornada de trabajo.

Los números aleatorios (ver tabla 6.110) se generaron haciendo uso de la calculadora; el procedimiento para obtener la hora de las observaciones es el siguiente:

- En la calculadora se pulsa Shift + RAN# obteniéndose un número aleatorio.
- Los minutos se obtienen sumando los dos últimos dígitos.
- Para la hora se tomo el antepenúltimo dígito de los números aleatorios.
- Si el primer número es impar corresponderá a las horas de la tarde, y si es par corresponderá a las horas de la mañana.

0.28129	0.55698	0.96447	0.33214	0.28146
0.98745	0.32146	0.71927	0.21471	0.93777
0.36537	0.48252	0.20742	0.16063	0.26586
0.15825	0.64570	0.01141	0.39750	0.54813
0.42745	0.65478	0.32772	0.18158	0.29014
0.53883	0.32178	0.55478	0.99862	0.87432

Tabla 6.110 Número Aleatorios

6.2.2 Realización del estudio

A continuación se presenta la siguiente tabla que contiene datos necesarios para el estudio del muestreo de trabajo, obtenidos del apéndice 2

DÍA	ACTIVIDADES												Total por Días
	TRABAJA							NO TRABAJA					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5	
1	2	0	2	2	4	2	3	0	0	0	2	1	18
2	1	3	2	2	1	4	2	3	0	0	0	0	18
3	3	0	2	1	3	4	2	0	0	1	0	2	18
4	3	0	3	1	2	2	5	1	0	1	0	0	18
5	3	1	4	1	4	1	3	0	0	1	0	0	18
6	2	3	3	2	2	2	4	0	0	0	0	0	18
7	2	3	2	2	3	0	5	1	0	0	0	0	18
TOTAL	16	10	18	11	19	15	24	5	0	3	2	3	126
	113							13					

Tabla 6.111 Ejecución del muestreo de trabajo

6.2.3 Porcentaje de ocurrencia preliminar

\bar{p} = número de veces que trabaja / número de observaciones totales

$$\bar{p} = (16 + 10 + 18 + 11 + 19 + 15 + 24) / 126 = 0,8968 = 89,68 \%$$

Este valor corresponde al porcentaje de veces que los operarios se encontraban trabajando, o siendo eficientes; sin embargo es importante verificar si el muestreo es confiable.

6.2.4 Cálculo de la exactitud

$$S' = K * \sqrt{\frac{(1-\bar{p})}{\bar{p} * N}} = 1,96 * \sqrt{\frac{(1-0,8968)}{0,8968 * 126}} = 0,5221 \approx 5 \%$$

$$S' = S \longrightarrow 5 \% = 5\%$$

Como $S' > S$, se concluye que el estudio es confiable, por lo que no es necesario recalcular el tamaño de la muestra.

6.2.5 Gráfico de Control

$$Lc = \bar{p} \pm K * \sqrt{\frac{p(1-p)}{N_{diarias}}}$$

$$Lc_s = 0,8968 + 1,96 * \sqrt{\frac{0,8968(1-0,8968)}{18}} \longrightarrow Lc_s = 1,0373 \approx 1,00$$

$$Lc_I = 0,8968 - 1,96 * \sqrt{\frac{0,8968(1-0,8968)}{18}} \longrightarrow Lc_I = 0,7562$$

Los valores de los porcentajes de ocurrencias para los días en estudio son los siguientes:

$$p = \frac{\text{observaciones}_{\text{diarias}}}{\text{Total}_{\text{diario}}}$$

$$\text{Día 1: } p = \frac{2+0+2+2+4+2+3}{18} = 0.8333$$

$$\text{Día 2: } p = \frac{1+3+2+2+1+4+2}{18} = 0.8333$$

$$\text{Día 3: } p = \frac{3+0+2+1+3+4+2}{18} = 0.8333$$

$$\text{Día 4: } p = \frac{3+0+3+1+2+2+5}{18} = 0.8889$$

$$\text{Día 5: } p = \frac{3+1+4+1+4+1+3}{18} = 0.9444$$

$$\text{Día 6: } p = \frac{2+3+3+2+2+2+4}{18} = 1.0000$$

$$\text{Día 7: } p = \frac{2+3+2+2+3+0+5}{18} = 0.9444$$

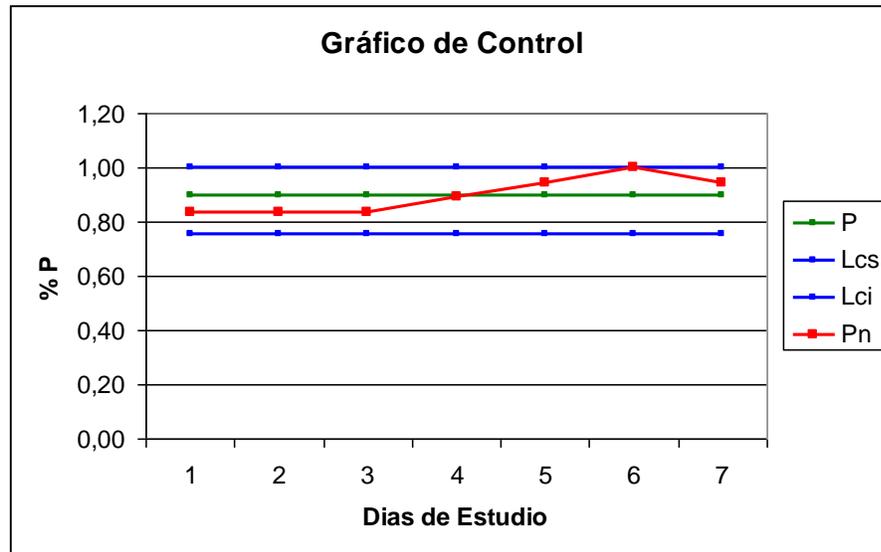


Fig. 6.16 Diagrama de control del muestreo de trabajo

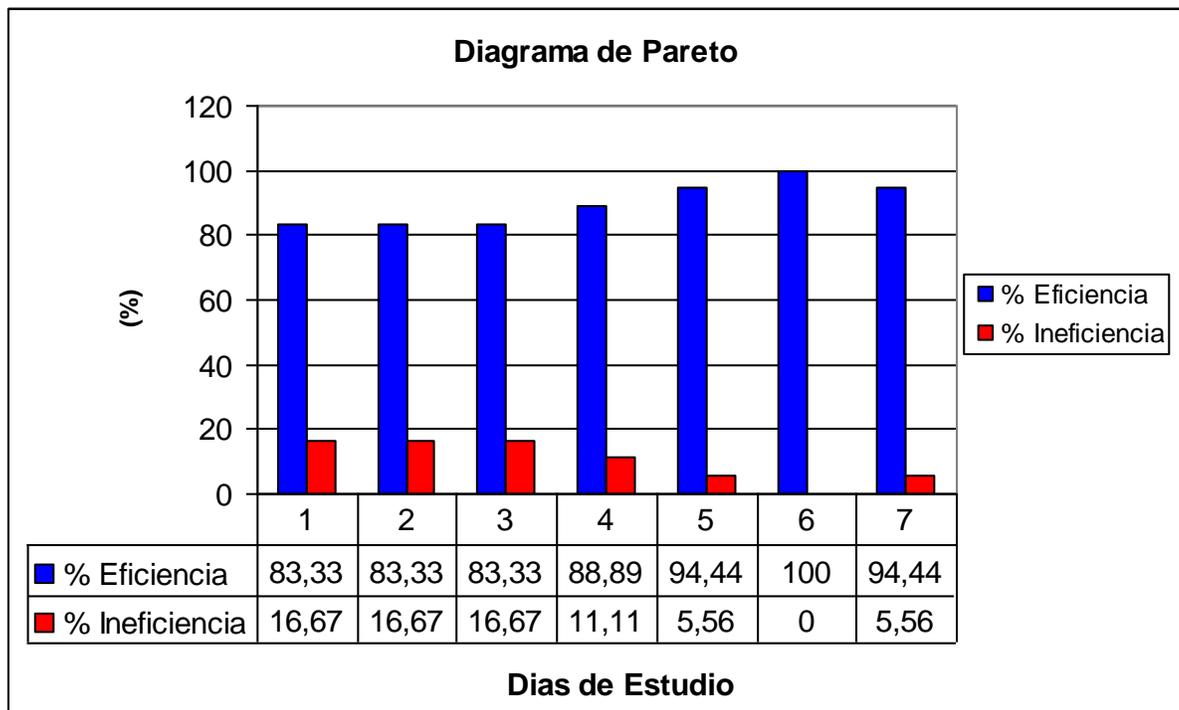


Fig. 6.17 Diagrama de Pareto del muestreo de trabajo.

Analizando el gráfico de control se puede concluir que efectivamente el estudio es confiable, pues se encuentra dentro de los límites de control; por otro lado analizando el diagrama de Pareto, se puede observar que la eficiencia de trabajo de los técnicos de aseguramiento de la calidad se encuentra entre 83.33% y el 100%, lo que significa que los mismos son efectivamente eficientes en el cumplimiento de las actividades que realizan actualmente que se encuentran reflejadas en las practicas operativas para este puesto de trabajo.

CONCLUSIONES

Una vez finalizada la investigación para la determinación de la carga de trabajo de los técnicos de aseguramiento de la calidad del tren de alambión, se concluye lo siguiente:

1. Actualmente en la zona de acabado del tren de alambión se encuentran trabajando dos (2) técnico por cada cuadrilla, estos son los encargados de garantizar que las características del producto cumplen con las exigencias de los clientes y las normas de calidad para este tipo de producto.
2. Existen dos ensayos específicamente (Ensayo de decalaminado, y Ensayo de Recalcado), que son exigidos por clientes críticos como VICSON, ALMAGAL, y TORCAR, que facilitan y determinan la conformidad y aplicación de los productos a los que se les realiza para los procesos de dichos clientes.
3. Una vez determinada la carga de trabajo de los dos (2) técnicos de aseguramiento de la calidad del tren de alambión, se determina que estos no poseen una excesiva carga en ninguna de las situaciones de laminación que se puedan presentar en el tren de laminación, como lo expresaron ellos; de igual forma, al adicionarles a las actividades diarias que realizan los mismo, los ensayos de decalaminado y recalcado, la carga de trabajo no se convierte en excesiva, el mayor valor de carga de trabajo que se obtiene en los cálculos es del 93% aproximadamente.

4. En la actividad de despunte de los rollos de alambón, se encuentran laborando 2 operarios, los cuales son contratados a la empresa S.A.C.A (Supervisiones Asociados C.A), los cuales se encuentran sometidos a temperaturas extremas, debido al contacto directo con los rollos de alambón al salir de la línea de producción, sin embargo la carga de trabajo para estos operarios tomando en cuenta una producción de $309^{Pzas}/_{Turno}$ es de 89.33%.

5. El muestreo de trabajo indica que los técnicos de aseguramiento de la calidad presentan un porcentaje de eficiencia de 83.33%, en el desarrollo o ejecución de las actividades que realizan actualmente en su jornada diaria, lo que indica que a pesar de los inconvenientes que se puedan producir ante la empresa por distintos aspectos, estos se esfuerzan en cumplir a cabalidad con sus responsabilidades.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones obtenidas durante la ejecución del estudio se procede a recomendar lo siguiente:

1. Realizar un Análisis metabólico para los dos técnicos de aseguramiento que desarrollan su jornada de trabajo en la zona de acabado del tren de alambión, ya que estos se encuentran expuestos a las altas temperaturas y a un ambiente hostil de trabajo, que puede llegar a generar enfermedades ocupacionales en los mismos.
2. En cuanto a los ensayos de Decaminado y Recalcado, se recomienda que sean ejecutados, directamente en línea, esto evitaría el acumulamiento de muestras, y permitiría tomar acciones correctivas en caso de ser necesarias con mucha mayor celeridad.
3. En primer lugar, realizar un análisis de la carga de trabajo del Ingeniero de procesos, para determinar el motivo por el cual no se ejecutan los ensayos antes mencionados con mayor frecuencia, dejando a acumular las muestras. De ser excesiva la carga del ingeniero, dar inicio al proceso de actualización y mejora de las prácticas operativas de los técnicos de calidad del tren de alambión, con la finalidad de que se puedan adicionar estos ensayos a las actividades diarias que estos ejecutan en un turno de trabajo.
4. Realizar un estudio del método de trabajo de los operarios de despunte, con la finalidad de mejorar las condiciones de trabajo bajo las cuales se encuentran sometidos los mismos así como la mejora de

algunas actividades; por otro lado realizar un estudio metabólico de este personal, ya que son los que más sufren con las temperaturas que se presentan en el área de trabajo, y debido al gran esfuerzo físico que deben ejercer, su pueden generar graves accidentes como quemaduras, cortaduras, e incluso enfermedades ocupacionales.

5. Realizar jornadas o actividades por parte de la empresa que permitan motivar a los trabajadores, debido a que se presenta un gran descontento de parte de los obreros hacía la casa productora; lo que puede originar la disminución de la efectividad de trabajo de los mismos, comprometiendo la producción y el cumplimiento de los estándares, lo que se traduce en pérdidas para la compañía.

BIBLIOGRAFÍA

BURGOS, F. (1995) Ingeniería de Métodos: Tomo I (5ta edición).Caracas: UNA.

GARCIA CRIOLLO, Roberto. Ingeniería de Métodos. Estudio del Trabajo. Editorial Mc-Graw Hill. Interamericana Editores, S.A de C.V. Primera Edición. México 1998.

MYERS, R., Walpole. (1992) R. Probabilidad y Estadística (4ta edición) México. Mc Graw-Hill.

NIEBEL, B (1990) Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempo y Movimientos (3ra edición). México: ALFAOMEGA

ROJAS DE NARVÁEZ, Rosa. (1997) “Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación”. Segunda Edición. Ediciones UNEXPO. Venezuela.

SABINO Carlos (1992). El Proceso de la Investigación. Caracas Venezuela. Editorial PANAPO.

PAGINAS DE INTERNET

GRUPO TECHINT, www.techint.com

TERNIUM SIDERAR, www.siderar.com

TERNIUM SIDOR, www.sidor.com

TERNIUM SIDOR (Intranet 2007), <http://sidonet/>

ANEXOS



(Anexo 1) Parámetros Operacionales de laminación del tren de Alambión

PROD.	jul-07			ago-07			sep-07			oct-07			nov-07			dic-07			ene-08				
	U.N	P.N	PAM																				
5,50	78,00	100,81	1,033	78,00	100,81	1,033	78,00	100,81	1,033	78,00	100,81	1,033	78,00	100,81	1,033	78,00	100,81	1,033	79,00	100,81	1,033	100,81	1,033
5,50 AC	78,00	92,59	1,033	78,00	92,59	1,033	78,00	92,59	1,033	78,00	92,59	1,033	78,00	92,59	1,033	78,00	92,59	1,033	79,00	92,59	1,033	92,59	1,033
6,00	78,00	108,64	1,032	78,00	108,64	1,032	78,00	108,64	1,032	78,00	108,64	1,032	78,00	108,64	1,032	78,00	108,64	1,032	79,00	108,64	1,032	108,64	1,032
6,30	78,00	112,10	1,031	78,00	112,10	1,031	78,00	112,10	1,031	78,00	112,10	1,031	78,00	112,10	1,031	78,00	112,10	1,031	79,00	112,10	1,031	112,10	1,031
cab 6,30	78,00	111,78	1,031	78,00	111,78	1,031	78,00	111,78	1,031	78,00	111,78	1,031	78,00	111,78	1,031	78,00	111,78	1,031	79,00	111,78	1,031	111,78	1,031
6,35	78,00	112,60	1,032	78,00	112,60	1,032	78,00	112,60	1,032	78,00	112,60	1,032	78,00	112,60	1,032	78,00	112,60	1,032	79,00	112,60	1,032	112,60	1,032
cab 6,35	78,00	109,62	1,032	78,00	109,62	1,032	78,00	109,62	1,032	78,00	109,62	1,032	78,00	109,62	1,032	78,00	109,62	1,032	79,00	109,62	1,032	109,62	1,032
6,50	78,00	115,71	1,030	78,00	115,71	1,030	78,00	115,71	1,030	78,00	115,71	1,030	78,00	115,71	1,030	78,00	115,71	1,030	79,00	115,71	1,030	115,71	1,030
6,75	78,00	115,21	1,033	78,00	115,21	1,033	78,00	115,21	1,033	78,00	115,21	1,033	78,00	115,21	1,033	78,00	115,21	1,033	79,00	115,21	1,033	115,21	1,033
7,0	78,00	101,65	1,033	78,00	101,65	1,033	78,00	101,65	1,033	78,00	101,65	1,033	78,00	101,65	1,033	78,00	101,65	1,033	79,00	101,65	1,033	101,65	1,033
7,5	78,00	113,74	1,031	78,00	113,74	1,031	78,00	113,74	1,031	78,00	113,74	1,031	78,00	113,74	1,031	78,00	113,74	1,031	79,00	113,74	1,031	113,74	1,031
8,00	78,00	117,16	1,032	78,00	117,16	1,032	78,00	117,16	1,032	78,00	117,16	1,032	78,00	117,16	1,032	78,00	117,16	1,032	79,00	117,16	1,032	117,16	1,032
cab 8,0	78,00	109,85	1,032	78,00	109,85	1,032	78,00	109,85	1,032	78,00	109,85	1,032	78,00	109,85	1,032	78,00	109,85	1,032	79,00	109,85	1,032	109,85	1,032
8,50	78,00	97,97	1,032	78,00	97,97	1,032	78,00	97,97	1,032	78,00	97,97	1,032	78,00	97,97	1,032	78,00	97,97	1,032	79,00	97,97	1,032	97,97	1,032
cab 8,50	78,00	95,57	1,032	78,00	95,57	1,032	78,00	95,57	1,032	78,00	95,57	1,032	78,00	95,57	1,032	78,00	95,57	1,032	79,00	95,57	1,032	95,57	1,032
cab 8,73	78,00	99,39	1,032	78,00	99,39	1,032	78,00	99,39	1,032	78,00	99,39	1,032	78,00	99,39	1,032	78,00	99,39	1,032	79,00	99,39	1,032	99,39	1,032
9,0	78,00	107,32	1,032	78,00	107,32	1,032	78,00	107,32	1,032	78,00	107,32	1,032	78,00	107,32	1,032	78,00	107,32	1,032	79,00	107,32	1,032	107,32	1,032
9,5	78,00	106,53	1,032	78,00	106,53	1,032	78,00	106,53	1,032	78,00	106,53	1,032	78,00	106,53	1,032	78,00	106,53	1,032	79,00	106,53	1,032	106,53	1,032
cab 9,52	78,00	110,93	1,032	78,00	110,93	1,032	78,00	110,93	1,032	78,00	110,93	1,032	78,00	110,93	1,032	78,00	110,93	1,032	79,00	110,93	1,032	110,93	1,032
10,0 - 10,50	78,00	113,33	1,032	78,00	113,33	1,032	78,00	113,33	1,032	78,00	113,33	1,032	78,00	113,33	1,032	78,00	113,33	1,032	79,00	113,33	1,032	113,33	1,032
cab 10,0	78,00	106,37	1,032	78,00	106,37	1,032	78,00	106,37	1,032	78,00	106,37	1,032	78,00	106,37	1,032	78,00	106,37	1,032	79,00	106,37	1,032	106,37	1,032
11,00	78,00	101,15	1,032	78,00	101,15	1,032	78,00	101,15	1,032	78,00	101,15	1,032	78,00	101,15	1,032	78,00	101,15	1,032	79,00	101,15	1,032	101,15	1,032
11,50	78,00	98,19	1,032	78,00	98,19	1,032	78,00	98,19	1,032	78,00	98,19	1,032	78,00	98,19	1,032	78,00	98,19	1,032	79,00	98,19	1,032	98,19	1,032
12,00	78,00	109,33	1,034	78,00	109,33	1,034	78,00	109,33	1,034	78,00	109,33	1,034	78,00	109,33	1,034	78,00	109,33	1,034	79,00	109,33	1,034	109,33	1,034
12,50	78,00	110,14	1,034	78,00	110,14	1,034	78,00	110,14	1,034	78,00	110,14	1,034	78,00	110,14	1,034	78,00	110,14	1,034	79,00	110,14	1,034	110,14	1,034
cab 12,7	78,00	105,16	1,035	78,00	105,16	1,035	78,00	105,16	1,035	78,00	105,16	1,035	78,00	105,16	1,035	78,00	105,16	1,035	79,00	105,16	1,035	105,16	1,035
12,70	78,00	111,04	1,035	78,00	111,04	1,035	78,00	111,04	1,035	78,00	111,04	1,035	78,00	111,04	1,035	78,00	111,04	1,035	79,00	111,04	1,035	111,04	1,035
14,00	78,00	111,89	1,038	78,00	111,89	1,038	78,00	111,89	1,038	78,00	111,89	1,038	78,00	111,89	1,038	78,00	111,89	1,038	79,00	111,89	1,038	111,89	1,038

Anexo 2 (Calificación de velocidad)

SISTEMA WESTINGHOUSE

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente
<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

ANEXO 3

(Definiciones Operacionales de los Factores de Fatiga)

DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

A. CONDICIONES DE TRABAJO: 1) TEMPERATURA. 2) CONDICIONES AMBIENTALES. 3) HUMEDAD. 4) NIVEL DE RUIDO. 5) ILUMINACIÓN

1. TEMPERATURA	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico. $20^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 24^{\circ}\text{C}$.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $24^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29.5^{\circ}\text{C}$. b) Para trabajos externos: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 32^{\circ}\text{C}$.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 28^{\circ}\text{C}$. b) Para trabajos externos o con circulación de aire: $32^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 34.5^{\circ}\text{C}$.
	<u>GRADO 4.</u>	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: $\text{Temperatura} \geq 32^{\circ}\text{C}$. b) Ambientes con circulación normal de aire: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$.
2. CONDICIONES AMBIENTALES	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.

3. HUMEDAD	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.
	<u>GRADO 4.</u>	(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial.
4. NIVEL DE RUIDO	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
5. ILUMINACIÓN	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

3

- GRADO 2. (10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
- GRADO 3. (15 PUNTOS) a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux.
- GRADO 4. (20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.

B. REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO: 1) DURACIÓN DEL TRABAJO . 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL O VISUAL.

- 1. DURACIÓN DEL TRABAJO**
- GRADO 1. (20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
- GRADO 2. (40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos.
- GRADO 3. (60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
- GRADO 4. (80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.
- 2. REPETICIÓN DEL CICLO**
- GRADO 1. (20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

4

3. ESFUERZO FÍSICO

- GRADO 2** (40 PUNTOS). Operaciones de un patrón fijo razonable o donde existan tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.
- GRADO 3** (60 PUNTOS). Operaciones donde la terminación periódica está programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al día.
- GRADO 4** (80 PUNTOS). a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la máquina con alta monotonía e tedio del operador
- GRADO 1** (20 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 kg y 12.5 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg.
- GRADO 2** (40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.5 kg. y 12.5 kg.
- GRADO 3** (60 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg.

4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL

- GRADO 4.** (30 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.
- GRADO 1.** (10 PUNTOS). Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del trabajador es requerida a intervalos muy largos.
- GRADO 2.** (20 PUNTOS). Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.
- GRADO 3.** (30 PUNTOS). Atención mental y visual continuas debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del trabajador.
- GRADO 4.** (50 PUNTOS) a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos, b) Realización de trabajos complejos con límites estrechos de exactitud o calidad, c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos periodos de tiempo, d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.

C. POSICIÓN DE TRABAJO: PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.

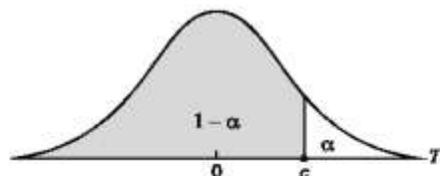
- GRADO 1.** (10 PUNTOS). Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.
- GRADO 2.** (20 PUNTOS). a) Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se sienta sólo en pausas programadas para descansar. b) El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por periodos cortos inferiores a un minuto.
- GRADO 3.** (30 PUNTOS). Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empujarse; o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.
- GRADO 4.** (40 PUNTOS). Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos periodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva.

CONCESIONES POR FATIGA	$\text{Minutos Concedidos} = \frac{\text{Concesión\%} \times \text{JET}}{1 \text{ Concesión \%}}$
------------------------	---

CLASE	LIMITE DE CLASE		CONCESIÓN (%) POR FATIGA	JORNADA EFECTIVA (min)			
	INFERIOR	SUPERIOR		510	480	450	420
	MINUTOS CONCEBIDOS POR FATIGA						
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
D5	283	289	20	85	80	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	108	102	96	89
F3	339	345	28	112	105	98	92
F4	346	349	29	115	108	101	94
F5	350	„,Y MÁS	30	118	111	104	97

Anexo 4

TABLA DE LA DISTRIBUCION *t*-Student con *n* grados de libertad..



$1 - \alpha$

<i>n</i>	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

ANEXO 5 (Zona de Acabado en el tren de alambón)

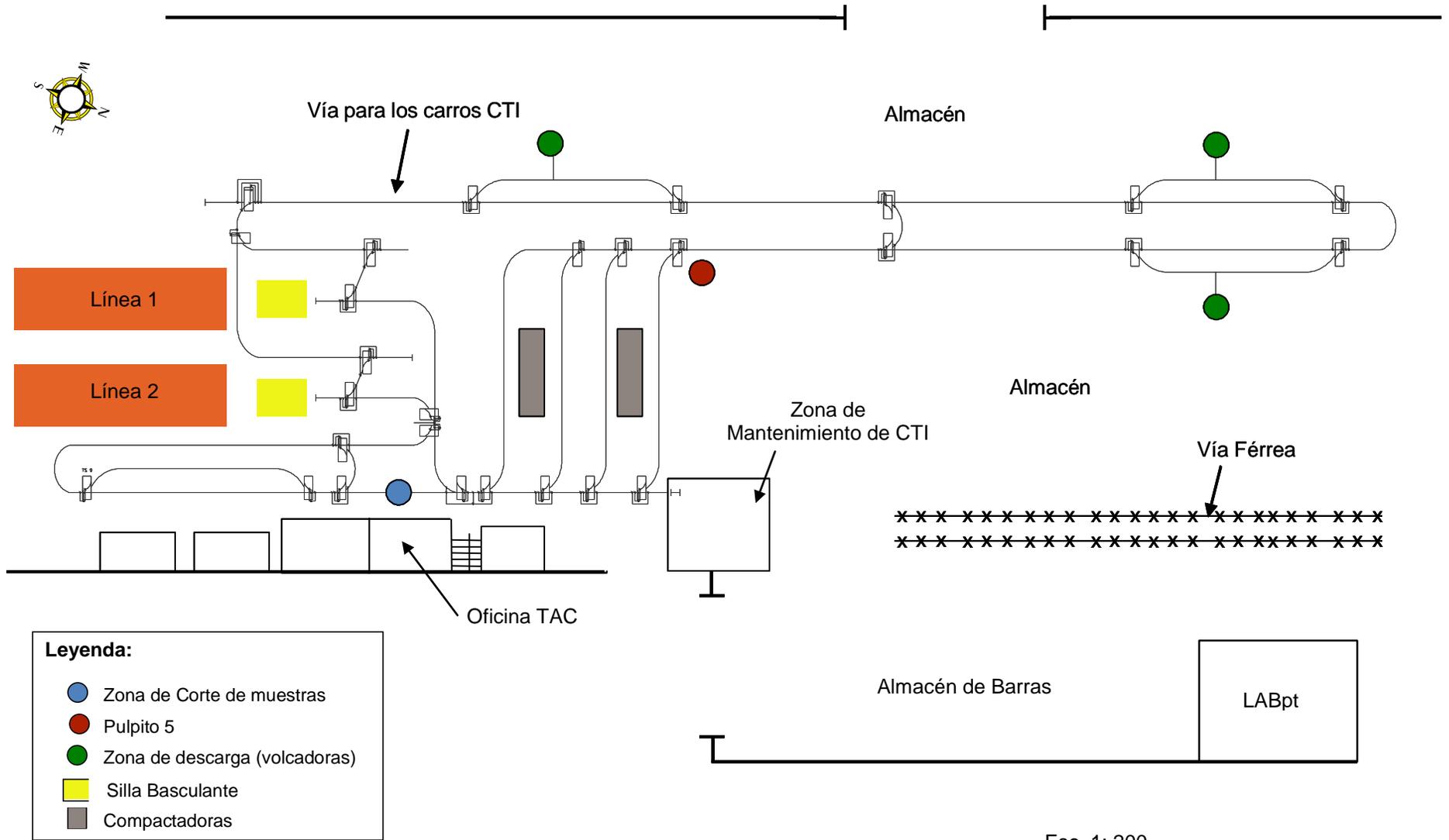


ANEXO 6 (Rollo de Alambón pasando por la zona de corte de muestra)



APÉNDICES

(Apéndice 1) Layout de Area de Trabajo (zona de acabado del Tren de Alambrón)



Leyenda:

- Zona de Corte de muestras
- Pulpito 5
- Zona de descarga (volcadoras)
- Silla Basculante
- Compactadoras

Esc. 1: 200



(Apéndice 2) Formato de Muestreo del Trabajo

		Empresa: <u>TERNIUM SIDOR</u> Proceso: <u>Aseguramiento de la Calidad en el Tren de Alambrón</u> Departamento: <u>Calidad</u> Seguimiento: <u>Operarios (2)</u>										Estudio Núm.: <u>Uno (1)</u> Pág.: <u>1</u> de <u>7</u> Elaborado Por: <u>Br. Joanny Olivier</u> Día de estudio: <u>Primero (1)</u>									
		HORA		8:52		9:21		10:21		11:14		11:48		12:26		1:18		1:45		2:26	
OPERARIO		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
ACTIVIDADES	TRABAJA	T ₁			X									X							
		T ₂																			
		T ₃	X								X										
		T ₄								X								X			
		T ₅						X						X	X					X	
		T ₆		X	X																
		T ₇								X				X						X	
	NO TRABAJA	NT ₁																			
		NT ₂																			
		NT ₃																			
		NT ₄						X									X				
		NT ₅											X								
T₁: Corta Muestras T₂: Mide Diámetros T₃: Inspecciona T₄: Trabaja con Muestras		T₅: Llena Formatos Manuales T₆: Vacía Inf. En Piso de Planta T₇: Va P5 por información					NT₁: Habla con compañeros NT₂: Parada NT₃: Descansa				NT₄: Espera por rollos NT₅: No se encuentra										
RESUMEN		OPERARIO					TRABAJA					NO TRABAJA									
		1					7					2									
		2					8					1									
OBSERVACIONES: _____ _____ _____																					



HORA		7:30		8:09		11:08		11:38		12:35		1:34		1:53		2:22		2:41		
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
ACTIVIDADES	TRABAJA	T ₁												X						
		T ₂		X				X			X									
		T ₃			X								X							
		T ₄				X										X				
		T ₅															X			
		T ₆	X				X			X	X									
		T ₇											X							X
	NO TRABAJA	NT ₁							X							X			X	
		NT ₂																		
		NT ₃																		
		NT ₄																		
		NT ₅																		
T₁: Corta Muestras		T₅: Llena Formatos Manuales				NT₁: Habla con compañeros				NT₄: Espera por rollos										
T₂: Mide Diámetros		T₆: Vacía Inf. En Piso de Planta				NT₂: Parada				NT₅: No se encuentra										
T₃: Inspecciona		T₇: Va P5 por información				NT₃: Descansa														
T₄: Trabaja con Muestras																				
RESUMEN		OPERARIO				TRABAJA				NO TRABAJA										
		1				7				2										
		2				8				1										
OBSERVACIONES: _____																				



HORA		8:24		9:03		9:58		10:34		11:20		11:34		12:26		1:36		2:27			
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
ACTIVIDADES	TRABAJA	T ₁		X					X										X		
		T ₂																			
		T ₃			X						X										
		T ₄								X											
		T ₅					X						X				X				
		T ₆				X				X					X						X
		T ₇												X				X			
	NO TRABAJA	NT ₁																			
		NT ₂																			
		NT ₃						X													
		NT ₄																			
		NT ₅	X													X					
T ₁ : Corta Muestras		T ₅ : Llena Formatos Manuales		T ₂ : Mide Diámetros		T ₆ : Vacía Inf. En Piso de Planta		T ₃ : Inspecciona		T ₇ : Va P5 por información		NT ₁ : Habla con compañeros		NT ₄ : Espera por rollos		NT ₂ : Parada		NT ₅ : No se encuentra		NT ₃ : Descansa	
RESUMEN	OPERARIO		TRABAJA				NO TRABAJA														
	1		8				1														
	2		7				2														
OBSERVACIONES: _____																					



HORA		7:20		8:08		8:28		9:30		10:05		10:40		11:13		1:24		2:15		
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
ACTIVIDADES	TRABAJA	T ₁			X					X						X				
		T ₂																		
		T ₃							X					X		X				
		T ₄						X												
		T ₅	X		X															
		T ₆		X						X										
		T ₇					X				X			X					X	X
	NO TRABAJA	NT ₁											X							
		NT ₂																		
		NT ₃													X					
		NT ₄																		
		NT ₅																		
T₁: Corta Muestras T₂: Mide Diámetros T₃: Inspecciona T₄: Trabaja con Muestras		T₅: Llena Formatos Manuales T₆: Vacía Inf. En Piso de Planta T₇: Va P5 por información				NT₁: Habla con compañeros NT₂: Parada NT₃: Descansa				NT₄: Espera por rollos NT₅: No se encuentra										
RESUMEN		OPERARIO				TRABAJA				NO TRABAJA										
		1				8				1										
		2				8				1										
OBSERVACIONES: _____																				



HORA		8:00		8:31		9:04		10:26		11:09		1:01		1:35		2:04		2:40		
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
ACTIVIDADES	TRABAJA	T ₁			X					X						X				
		T ₂						X												
		T ₃			X							X				X				X
		T ₄		X																
		T ₅	X				X								X				X	
		T ₆							X											
		T ₇						X					X	X						
	NO TRABAJA	NT ₁																		
		NT ₂																		
		NT ₃								X										
		NT ₄																		
		NT ₅																		
T₁: Corta Muestras		T₅: Llena Formatos Manuales						NT₁: Habla con compañeros		NT₄: Espera por rollos										
T₂: Mide Diámetros		T₆: Vacía Inf. En Piso de Planta						NT₂: Parada		NT₅: No se encuentra										
T₃: Inspecciona		T₇: Va P5 por información						NT₃: Descansa												
T₄: Trabaja con Muestras																				
RESUMEN		OPERARIO						TRABAJA						NO TRABAJA						
		1						8						1						
		2						9						0						
OBSERVACIONES: _____																				



HORA		7:28		8:18		8:41		9:30		10:23		10:50		1:06		1:22		2:48		
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
ACTIVIDADES	TRABAJA	T ₁										X		X						
		T ₂			X					X									X	
		T ₃	X						X								X			
		T ₄						X			X									
		T ₅										X						X		
		T ₆		X							X									
		T ₇				X	X									X				X
	NO TRABAJA	NT ₁																		
		NT ₂																		
		NT ₃																		
		NT ₄																		
		NT ₅																		
RESUMEN		OPERARIO				TRABAJA				NO TRABAJA										
		1				9				0										
		2				9				0										
OBSERVACIONES: _____																				

T₁: Corta Muestras
 T₂: Mide Diámetros
 T₃: Inspecciona
 T₄: Trabaja con Muestras

T₅: Llena Formatos Manuales
 T₆: Vacía Inf. En Piso de Planta
 T₇: Va P5 por información

NT₁: Habla con compañeros
 NT₂: Parada
 NT₃: Descansa
 NT₄: Espera por rollos
 NT₅: No se encuentra



		Empresa: <u>TERNIUM SIDOR</u>										Estudio Núm.: <u>Uno (1)</u>									
		Proceso: <u>Aseguramiento de la Calidad en el Tren de Alambión</u>										Pág.: <u>7</u> de <u>7</u>									
HORA		8:00		8:27		9:30		10:02		10:16		11:40		1:32		2:05		2:40			
		OPERARIO		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
A C T I V I D A D E S	T R A B A J A	T ₁				X							X								
		T ₂	X											X					X		
		T ₃							X				X								
		T ₄						X							X						
		T ₅		X			X										X				
		T ₆																			
		T ₇			X					X		X					X			X	
	N O	T R A B A J A	NT ₁								X										
			NT ₂																		
			NT ₃																		
NT ₄																					
NT ₅																					



T₁: Corta Muestras		T₅: Llena Formatos Manuales	
T ₂ : Mide Diámetros	T ₆ : Vacía Inf. En Piso de Planta	NT ₁ : Habla con compañeros	NT ₄ : Espera por rollos
T ₃ : Inspecciona	T ₇ : Va P5 por información	NT ₂ : Parada	NT ₅ : No se encuentra
T ₄ : Trabaja con Muestras		NT ₃ : Descansa	
RESUMEN	OPERARIO	TRABAJA	NO TRABAJA
	1	8	1
	2	9	0
OBSERVACIONES: _____ _____ _____			

