

DISEÑO DE PLANTA DE LA LÍNEA INDUSTRIAL DE INDUSTRIAS LAVCO LTDA

LILIANA YURLEY TENJO FUENTES
GUSTAVO ADOLFO SALCEDO CASTRO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2010

DISEÑO DE PLANTA DE LA LÍNEA INDUSTRIAL DE INDUSTRIAS LAVCO LTDA

LILIANA YURLEY TENJO FUENTES
GUSTAVO ADOLFO SALCEDO CASTRO

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Industrial

Director

Ing. Edwin Alberto Garavito Hernández
Docente Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2010

A Dios por permitirme cumplir este proyecto...y compartir esta

felicidad con mi familia y amigos

A mis padres Marina y Carlos... a quienes amo, respeto y admiro

por todos sus esfuerzos... para ellos todos mis logros.

A mis hermanas, por su apoyo... que sin ellas no hubiese podido

terminar esta etapa de mi vida.

A Edinson ... el hombre que me ha apoyado y acompañado en momentos tan

importantes de mi vida... este es también su logro....

A mis amigos de la universidad, por su ayuda durante toda la carrera y con

quienes comparto esta felicidad de la meta cumplida.

*A Dios... por darme la bendición de levantarme cada día y permitirle a mis papás
compartir este logro....*

A mi mamá Celia y a mi papá Gustavo... Los amo sobre todas las cosas...

Este proyecto es más de ustedes que mío, porque mi orgullo es hacerlos felices

Gracias mami por todo lo que me has dado, eres y serás siempre mi razón de vida, te amo

Gracias papi por todo el apoyo que me has brindado, te amo

A Luz Marina... Sencillamente mi tercera madre...

Porque es por ti que soy quién soy... Nunca podré pagarte todo lo que has hecho por mí...

A ti mi Sarita hermosa, porque alumbras mis días con el azul resplandeciente de tus ojos...

A mis papás Adolfo y Sonia, aquí está el resultado de todas las decisiones que tomaron...

A todas aquellas personas quienes han decidido denominarme "amigo"...

Tengan la plena confianza que cuentan conmigo siempre que necesiten alguien a su lado...

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitir cumplir con el proyecto que inicie hace cinco años...

De manera especial doy mis agradecimientos al Profesor Edwin Alberto Garavito, por su apoyo y ayuda infinita en el desarrollo del proyecto; adicionalmente por el todo el conocimiento transmitido, el cual generó un enriquecimiento incalculable en mi vida profesional. Puede decir sin temor alguno, que es uno de los mejores docentes de la Universidad Industrial de Santander.

A Industrias Lavco Ltda, por su ayuda y acompañamiento en el desarrollo del proyecto, en especial al Ingeniero Juan Andrés Bernal y al Señor Ramiro Lamus, quienes sin su ayuda no hubiese sido posible cumplir los objetivos.

A toda mi familia por su paciencia, acompañamiento y apoyo infinito durante todos los procesos de mi vida.

A todas las personas quienes intervinieron durante mi vida universitaria, docentes como Myriam Niño, Javier Arias, Juan Benjamín Duarte, quienes fueron fundamentales durante mi formación profesional. A mis amigos de la universidad con los cuales compartí momentos increíbles, los cuales recordaré como una de las mejores etapas de mi vida.

Liliana Tenjo

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mi familia, los seres más importantes de mi vida

Quiero agradecer de manera especial al profesor Edwin Garavito, quién con su ayuda hizo posible sacar adelante este proyecto; a él le debo gratitud eterna por todo aquello que me enseñó en el transcurso de mi carrera.

Al personal de Industrias Lavco, especialmente al Ingeniero Juan Andrés Bernal y al Sr. Ramiro Lamus, quienes siempre estuvieron pendiente de todo lo que necesitábamos.

A la planta de profesores de la escuela de Ingeniería Industrial, porque con sus conocimientos me permitieron ver al mundo de otra forma; un gran abrazo a la Dra. Myriam Niño, y a los profesores Carlos Díaz y Joaquín García.

A mis compañeros de Ingeniería Industrial, quienes me enseñaron a ver más allá de los libros y los parciales, la connotación de la palabra amistad. Sinceramente es por ellos por quienes me esforcé más, para no quedarme detrás, les deseo lo mejor ahora y siempre amigos.

A todas las personas que de una u otra forma han dejado huella en este gran proyecto de mi vida, muchas gracias por haber compartido tiempo conmigo así hubiera sido solo una tarde o un minuto.

Gustavo Salcedo

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	22
1. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO.....	23
1.1 GENERALIDADES:	23
1.2 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA:.....	23
1.2.1 Información General.....	23
1.2.2 Reseña histórica.....	24
1.2.3 Razón social:.....	24
1.2.4 Líneas de acción	24
1.2.5 Productos y Servicios.....	25
1.2.6 Ventas	30
1.2.7 Estructura Organizacional	30
1.2.8 Estructura Comercial.....	31
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	34
2.1 INTRODUCCIÓN:.....	34
2.2 NATURALEZA DE LOS PROBLEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:.....	35
2.3 OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:.....	35
2.4 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA:	37
2.5 TIPOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA:.....	38
2.5.1 Distribución por producto, en cadena o en serie	38
2.5.2 Distribución por procesos.....	39

2.5.3	Distribuciones híbridas, las células o grupos de trabajo.....	40
2.5.4	Distribución por posición fija.....	40
2.6	DEFINICIÓN Y PROCESO DE BENCHMARKING:.....	42
2.7	NORMAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL:.....	43
2.7.1	Señalización y Demarcación	44
2.7.2	Consideraciones ergonómicas de los puestos de trabajo.....	46
2.8	TEORÍA DE SIMULACIÓN:	47
3.	OBJETIVOS	51
3.1	OBJETIVO PRINCIPAL:	51
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	51
3.3	PROPÓSITOS SECUNDARIOS:.....	52
4.	DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA DE LA LÍNEA INDUSTRIAL EN INDUSTRIAS LAVCO LTDA.....	52
4.1	ORGANIZACIÓN:	52
4.2	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LA LÍNEA INDUSTRIAL:	53
4.3	EQUIPOS – MÁQUINAS:	55
4.4	ADMINISTRACIÓN DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS Y PRODUCTOS DE LA LÍNEA INDUSTRIAL:.....	56
4.5	COSTOS DE LA LÍNEA INDUSTRIAL:.....	56
4.6	RECURSO HUMANO:	57
4.7	USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN:.....	57
4.8	INDICADORES DE GESTIÓN:.....	59
4.9	INFRAESTRUCTURA Y CONDICIONES AMBIENTALES:.....	59
4.9.1	Pasillos.....	59
4.9.2	Suelo.....	59

4.9.3	Paredes	60
4.9.4	Ventanas	60
4.9.5	Techo	61
4.9.6	Iluminación de los centros de trabajo	62
5.	RECOPIACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TIEMPOS	65
6.	BENCHMARKING	73
6.1	JUSTIFICACIÓN:.....	73
6.2	LIMITACIONES:	74
6.3	COSTOS ASOCIADOS:	74
6.4	DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA:	77
7.	DISEÑO DE LA NUEVA LÍNEA INDUSTRIAL	83
7.1	METODOLOGÍA:	83
7.2	DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:	84
7.2.1	Selección del tipo de distribución a usar	84
7.3	LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA:.....	85
7.3.1	Ubicación.....	86
7.3.2	Distribución General.....	86
8.	SIMULACIÓN EN PROMODEL	115
8.1	FORMULACION Y DISEÑO DEL MODELO CONCEPTUAL:	116
8.1.1	Definición del problema	116
8.1.2	Definición del objetivo	117
8.2	RECOLECCION DE DATOS:	118
8.3	CONSTRUCCION DEL MODELO:	119
8.4	VERIFICACIÓN:	121

8.5	VALIDACIÓN:.....	121
8.6	ANÁLISIS:.....	124
8.7	DISEÑO DE EXPERIMENTOS:.....	124
9.	SOCIALIZACION DEL PROYECTO CON LA GERENCIA DE	
	INDUSTRIAS LAVCO	132
	CONCLUSIONES	138
	RECOMENDACIONES.....	140
	BIBLIOGRAFIA	142

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1: Personal actual en Industrias Lavco	33
Tabla 2. Resumen de los tipos de distribución en planta	42
Tabla 3. Etapas de un proyecto de simulación	49
Tabla 4 Sistemas de información usados en Industrias Lavco por áreas	58
Tabla 5 Medición de iluminación en las máquinas de la línea industrial.....	62
Tabla 6. Operaciones con tiempos determinísticos	67
Tabla 7. Parámetros de las operaciones con distribución triangular	69
Tabla 8. Flujo secuencial de operaciones y su distribución estadística	71
Tabla 9. Especificaciones de posibles mandrinadoras	79
Tabla 10. Flujo de Materiales de Industrias Lavco Ltda	88
Tabla 11 Definición de escalas para los tipos de intensidades	89
Tabla 12 Tipo de relación entre los centros de trabajo de la nueva planta	91
Tabla 13. Representación de los tipos de interacción para el diagrama de relaciones	91
Tabla 14. Relaciones entre los C.T de la propuesta 1.....	111
Tabla 15. Relaciones tre los C.T de la propuesta 2.....	112

Tabla 16. Resultados de la simulación para la reparación de 3 cilindros.....	122
Tabla 17. Ajuste de resultados de la simulación para la reparación de 3 cilindros.....	122
Tabla 18. Notación para los factores y niveles definidos.....	126
Tabla 19. Resultados del tiempo de procesamiento para los factores definidos.....	126
Tabla 20. Matriz de diseño para los factores establecidos	127
Tabla 21. ANOVA para el diseño 2^3	127

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Camisa seca motor gasolina.....	25
Figura 2. Camisa seca motor Diesel.....	26
Figura 3: Barras centrifugadas	27
Figura 4. Insertos para asientos de válvulas motores a gas.....	27
Figura 5. Camisa húmeda motor gasolina	28
Figura 6. Camisa húmeda motor diesel	28
Figura 7. Cilindros para reparar.....	29
Figura 8. Camisas para grandes motores estacionarios.....	29
Figura 9. Pistón de la línea industrial.....	29
Figura 10. Vástago de la línea industrial.....	30
Figura 11. Organigrama de industrias Lavco Ltda.....	32
Figura 12. Distribución por producto	38
Figura 13. Distribución por proceso	39
Figura 14. Ensamble de un avión Airbus en la planta de Airbus en Tolouse (Francia)	41
Figura 15. Área de mecanizado de Industrias Lavco	53
Figura 16. Máquinas de la línea industrial	54
Figura 17. Condición actual del torno Ref. M043	55
Figura 18. Pasillos de Industrias Lavco	59
Figura 19. Condición actual del piso en Industrias Lavco	60

Figura 20. Condición actual de las paredes en Industrias Lavco.....	60
Figura 21. Ventanas de la planta de Industrias Lavco.....	61
Figura 22. Forma del techo de Industrias Lavco.....	61
Figura 23. Diagrama de Ishikawa de Industrias Lavco Ltda.....	64
Figura 24. Distribución de probabilidad triangular.....	69
Figura 25. Opciones de posibles mandrinadoras para la nueva planta.....	81
Figura 26. Gráfico de relaciones para los centros de trabajo de la nueva planta.....	90
Figura 27. Diagrama de relaciones propuesta 1.....	93
Figura 28. Diagrama de relaciones propuesta 2.....	93
Figura 30. Plantilla del C.T Ensemble.....	99
Figura 31. Área del C.T de torneado propuesta 2.....	100
Figura 32. Área del C.T de torneado propuesta 2.....	104
Figura 33. Diagrama de relación de espacios para la propuesta 1.....	110
Figura 34. Diagrama de relación de espacios para la propuesta 2.....	111
Figura 35. Gráfico de probabilidad normal de los residuales.....	128
Figura 36. Gráfico de residuales contra el orden de las corridas.....	128
Figura 37. Grafico de los residuales contra los valores ajustados.....	129
Figura 38. Efectos y su significancia.....	130
Figura 39. Efectos principales para el tiempo de proceso.....	130
Figura 40. Exposición del Proyecto.....	130

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 NORMAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	144
ANEXO 2 GUÍA DE ERGONOMÍA PARA LA NUEVA PLANTA DE INDUSTRIAS LAVCO	155
ANEXO 3 INDICADORES DE GESTIÓN	165
ANEXO 4 DIAGRAMA DE OPERACIONES	167
ANEXO 5 PLANTILLAS DE ESTACIÓN DE TRABAJO	170
ANEXO 6 PLANO PROPUESTA 1	177
ANEXO 7 PLANO PROPUESTA 2	178
ANEXO 8 DISTRIBUCIÓN PLANTA ACTUAL	179
ANEXO 9 PROPUESTA 1. PUENTE GRUA – 1 CILINDRO	180
ANEXO 10 RESULTADOS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS	383

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO DE PLANTA DE LA LÍNEA INDUSTRIAL DE INDUSTRIAS LAVCO LTDA*

AUTORES:

LILIANA YURLEY TENJO FUENTES**
GUSTAVO ADOLFO SALCEDO CASTRO

PALABRAS CLAVES:

CILINDRO, CAMISA, PISTONES, SIMULACIÓN, PROMODEL, LAVCO, VISIO

DESCRIPCIÓN:

Industrias Lavco Ltda. está encaminada a desarrollar nuevos proyectos de expansión de mercado y uno de sus objetivos principales es mejorar el direccionamiento estratégico de la línea industrial. Actualmente la línea industrial y la automotriz están ubicadas en el mismo lugar, pero cada una trabaja de manera independiente, compartiendo únicamente los operarios; además la línea industrial no presenta estandarización debido a que su demanda es inestable y no existe tendencia alguna, lo que ha llevado a que la programación de los procesos en las máquinas se realice casi a diario.

Cada uno de los cilindros que llegan a Lavco para reparación de la línea industrial presenta especificaciones diferentes, lo que conlleva a que en el proceso total se deban incluir o excluir actividades, y por ello el tiempo de proceso presenta variaciones tan significantes como de tres y cuatro horas.

Al analizar las características que presenta el proceso, se concluye que una propuesta de capacidad de planta no sería confiable, y por ello se fraccionó el estudio por actividades, de modo que permita determinar cuál es el tiempo requerido según las especificaciones del cilindro.

La alternativa planteada para la solución del problema de estudio fue simulada en Promodel, con la aplicación de una matriz, de tal forma que se pudieran incluir las especificaciones necesarias para que en cada reparación se incluyan los datos necesarios y él simule el tiempo requerido.

Además del software de simulación, se realizó una evaluación de ventajas y desventajas del mismo, el cual fue contrastado con un experto de la empresa, persona que fue gestora del nacimiento de esta línea; la alternativa fue evaluada con cada uno de los factores trascendentes y los resultados arrojados por el modelo de computador fueron similares a la situación real.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández

SUMMARY

TITLE:

INDUSTRIAL LINING LAYOUT DESIGN IN LAVCO INDUSTRIES*

AUTHORS:

LILIANA YURLEY TENJO FUENTES
GUSTAVO ADOLFO SALCEDO CASTRO**

KEY WORDS:

CILINDER, SLEEVES, PISTONS, SIMULATION, PROMODEL, LAVCO, VISIO

DESCRIPTION:

Lavco Industries is focus in developing new market expansion projects and one of its main objectives is to improve the strategic management of the industrial line. Currently, the industrial and automotive line are located in the same place, but each works independently, sharing workers only; plus the industrial line no standardization because its demand is unstable and there is not a trend, which has led to scheduling of processes in the machines are made almost daily.

Each of the cylinders reaching Lavco Industries repair industrial line has different specifications, which leads to the total process should include or exclude activities, and therefore the processing time as significant as some variations of three - four hours.

By analyzing the characteristics of this process, it could be concluded that a proposed plant capacity would not be reliable, and therefore the study was divided by activities, such that it can determine the time required according to the specifications of each cylinder.

The alternative proposed to solve the problem was simulated with Promodel applying a matrix, so that could include the specifications required for each repair that include the necessary data and simulate the required time.

In addition to the simulation software, an evaluation of advantages and disadvantages of this software was performed, which was contrasted with an expert from the company, who was manager of the birth of this line; the alternative was evaluated with each of the factors ranging and the results generated by the computer model were similar to the real situation.

* Degree project

** Physical- Mechanical Engineering Faculty. School of industrial and enterprises studies.
Director: Edwin Alberto Garavito Hernández



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, uno de los principales objetivos de las empresas ha sido la expansión de sus mercados a través del lanzamiento nuevos productos y servicios a sus clientes, con el fin de aumentar la cobertura del sector al cual pertenecen. La automatización y tecnología de punta lleva a las compañías a tener ventaja en respuesta a su demanda y generar mayor competitividad, pero está sujeta a una cantidad de factores determinantes tales como el costo de inversión, el espacio en la planta, la interacción entre máquinas, el especialista en el mantenimiento y la formación del personal para su manejo, entre otros.

Por todo lo anterior no siempre ésta clase de inversiones están al alcance de las empresas nacionales y el mercado no genera su sostenibilidad. Es por esto que con base en los factores descritos anteriormente se toman decisiones basadas en una planificación detallada de alternativas construidas y soportadas por estudios, análisis de expertos en el área y especificaciones de las máquinas. Con la unión de estos agentes y el soporte de herramientas informáticas de simulación, se pueden realizar pruebas basadas en escenarios posibles los cuales determinan comportamientos con sus respectivos resultados, facilitando con ello los procesos de análisis para la toma de decisiones.



1. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO

1.1 GENERALIDADES:

El diseño de una planta es un concepto conocido cuando se quiere iniciar una empresa de producción; en ella se asocian las necesidades como espacio, flujo de operaciones, máquinas, operarios, oficinas, clientes, demanda, entre otros.

La definición de las instalaciones y centros de trabajo tiene como función, además del flujo del proceso productivo, garantizar la seguridad e integridad de los trabajadores en las diferentes operaciones.

Para dar cumplimiento a todos los aspectos mencionados, se utilizan diferentes herramientas tecnológicas con las que se cuenta actualmente, las cuales ayudan a predecir el comportamiento de la planta con base en datos básicos que se le suministran. Estas herramientas permiten experimentar escenarios de comportamiento sin generar los costos económicos que acarrearían si se examinaran en la vida real.

1.2 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA:

1.2.1 Información General: Industrias Lavco Ltda es una organización empresarial privada de carácter industrial, ubicada dentro del sector metalmeccánico, subsector de fabricantes de partes para motores, dedicada a producir y comercializar camisas, bujes para asientos y otros repuestos para la industria automotriz y de igual forma a la reparación de cilindros recíprocos (compresores y motrices) y fabricación de camisas para motores de combustión.



1.2.2 Reseña histórica: Industrias Lavco Ltda es una empresa manufacturera del sector de partes para motor constituida legalmente desde Enero de 1.991, y que proviene de otra empresa anterior, denominada METCO (Metalúrgica de Colombia, Ltda.), que funcionó entre 1975 y 1990, cuyo objeto social incluía además de la fabricación de camisas, el servicio de rectificación de motores automotrices¹. El objeto social de Industrias Lavco Ltda es la fabricación de camisas centrifugadas para motores y barras o material centrifugado para fabricar asientos de válvulas, además de ofrecer servicios especializados para el sector industrial, especialmente energético, y comercializar partes complementarias.

1.2.3 Razón social:

Nombre: Industrias Lavco Ltda.

NIT: 800.117.272-2

Sus instalaciones se encuentran ubicadas en la ciudad de Bucaramanga, Colombia, en el Kilómetro 4 de la Autopista Floridablanca - Piedecuesta.

Sitio web: www.lavco.com.co

1.2.4 Líneas de acción: El mercado que atiende está conformado por las empresas de Colombia y el exterior encargadas de la comercialización de partes para motor, los talleres de rectificación de motores, así como organizaciones del sector industrial y energético. En 1.992 inició con éxito su internacionalización exportando a Venezuela y desde 1.998 amplió el horizonte de ese mercado de exportación a países de la Comunidad Andina, Centroamérica y el Caribe. Desde el año 2003 incursionó en México y los Estados Unidos².

¹ Información suministrada por la Gerencia de Industrias Lavco

² Información suministrada por el Departamento de Mercadeo de Industrias Lavco



1.2.5 Productos y Servicios: Industrias Lavco ofrece una variedad de camisas de tipo húmeda y seca (Dry & Wet) fabricadas mediante el proceso de fundición centrífuga. Este proceso le da al metal propiedades especiales que lo hacen resistente a la abrasión y su estructura es la más apropiada para retener y conservar la película de lubricante.

Con certificación ISO 9001/2008 y su amplia experiencia, Industrias Lavco se perfila como el principal aliado de las empresas del sector petróleo, gas y energía y sus contratistas.

RANGO: Motores Gasolina, Diesel, Gas, Petroleros, Motores Estacionarios Para Compresores, Bombeo de Crudo y Generación De Energía³.

- **Camisa Seca Motor Gasolina:** Las camisas Lavco poseen una aleación especial con propiedades especiales de desempeño en cuanto a resistencia al desgaste, control de la lubricación y transferencia de calor durante la operación del motor. Se entregan con el diámetro exterior terminado y el diámetro interior semiterminado siguiendo los espesores y longitudes indicados en el catálogo, y sí es necesario, los espesores y longitudes requeridos por el cliente. La tolerancia que se deja normalmente en el interior es de 40 milésimas de pulgada (1 mm).

Figura 1. Camisa seca motor gasolina



³ Información suministrada por el Departamento de Producción de Industrias Lavco



Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco

- **Camisa Seca Motor Diesel:** Camisas tipo seca y Camisas con pestaña (ceja), parallamas, escalas, etc. Su aplicación es para motores diesel que no tienen refrigeración por agua directamente. Se entregan semiterminadas (UC) o completamente terminadas (UCO) siguiendo los requerimientos del cliente.

Figura 2. Camisa seca



motor Diesel

Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco

- **Barras centrífugas (Bujes / Lingotes):** Es un material cilíndrico usado para la fabricación de asientos de válvulas. Se entrega semiterminado en el interior y exterior de acuerdo con las medidas requeridas.
Lavco produce dos tipos de barras: Normales para admisión de gasolina y Hipper para escape de gasolina y admisión y escape de diesel. Las barras son producidas en material de hierro gris aleado de alta calidad, sometidas a centrifugación y premechanizadas en su diámetro interior y exterior. Este material es fabricado en gran variedad de referencias que van en intervalos de 5 mm, buscando permitir al usuario un rango de selección amplio para aplicar a sus necesidades específicas.

Figura 3: Barras centrifugadas



Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco

- **Insertos para asientos de válvulas motores a gas:** Este material reúne todas las especificaciones de alto desempeño para asientos de válvulas de vehículos adaptados a Gas Natural Vehicular.
- Se trata de uno de los materiales más avanzados en cuanto a tecnología de asientos de válvulas. Los insertos para asientos de válvulas sinterizados SERIE DIAMANTE que distribuye para Colombia Industrias Lavco Ltda son fabricados mediante el proceso de metalurgia de polvos (Powder Metal) cuya estructura está compuesta principalmente por carburo de tungsteno (aleación especial de uso en la industria aeroespacial).

Figura 4. Insertos para asientos de válvulas motores a gas



Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco



- **Camisa Húmeda Motor Gasolina:** Con la más alta precisión y calidad, Lavco fabrica este tipo de camisas principalmente para aplicaciones en motores Renault.

Se entregan completamente terminadas tanto en interior como exterior y en sus caras planas. Se venden como piezas sueltas, o como suministro completo para juegos o "kits" de reparación.

Figura 5. Camisa húmeda motor gasolina



Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco

- **Camisa Húmeda Motor Diesel:** Las camisas húmedas poseen ranuras de sellado para los "O" rings y siempre están en contacto directo con agua o líquido refrigerante. Una camisa húmeda es generalmente pesada y de pared gruesa.

Se entregan terminadas completamente, siguiendo las especificaciones técnicas del producto original. Van protegidas contra la oxidación y envueltas en papel contramarcado, con una etiqueta que indica la referencia del producto, las dimensiones generales y el código de control interno de colada.

Figura 6. Camisa húmeda motor diesel



Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco

- **Línea Industrial Lavco:**

- ✓ Reparación de cilindros:

Figura 7. Cilindros para reparar



Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco

- ✓ Camisas para grandes motores estacionarios:

Figura 8. Camisas para grandes motores estacionarios



Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco

- ✓ Fabricación de pistones y vástagos:

Figura 9. Pistón de la línea industrial



Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco



Figura 10. Vástago de la línea industrial



Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco

1.2.6 Ventas: La empresa vende anualmente alrededor de 4.200 millones de pesos anuales. De estas ventas, el 60% corresponde a exportaciones. Se exporta a 13 países: Venezuela, Ecuador, Costa Rica, Guatemala, Curazao, República Dominicana, El salvador, Costa Rica, Puerto Rico, Estados Unidos, Honduras, Panamá, Nicaragua.

Composición de las ventas: De las ventas el 13% corresponde a ventas para el sector industrial, el 3% a Material en Bruto y el 84% a productos de tipo automotriz⁴

1.2.7 Estructura Organizacional: Industrias Lavco Ltda cuenta con una planta de personal de 78 personas en total (contratadas directamente) y está conformada por las áreas de administración y de producción. En la figura 11 se observa el organigrama general de la empresa.

La empresa selecciona y contrata en todos sus procesos, personal con experiencia y desarrolla todo un esquema de crecimiento que permite enriquecer constantemente el saber hacer de la organización a través del ejercicio de las competencias que todos los procesos demandan⁵. En la tabla 1 se presenta un resumen de los cargos por área.

⁴ Información suministrada por el Departamento de Mercadeo de Industrias Lavco

⁵ Información suministrada por el Departamento de RRHH de Industrias Lavco



1.2.8 Estructura Comercial: Se manejan 3 tipos de clientes:

Cientes Mayoristas: Manejan existencias y realizan ventas al detal y al por mayor. Atienden zonas geográficas autorizadas.

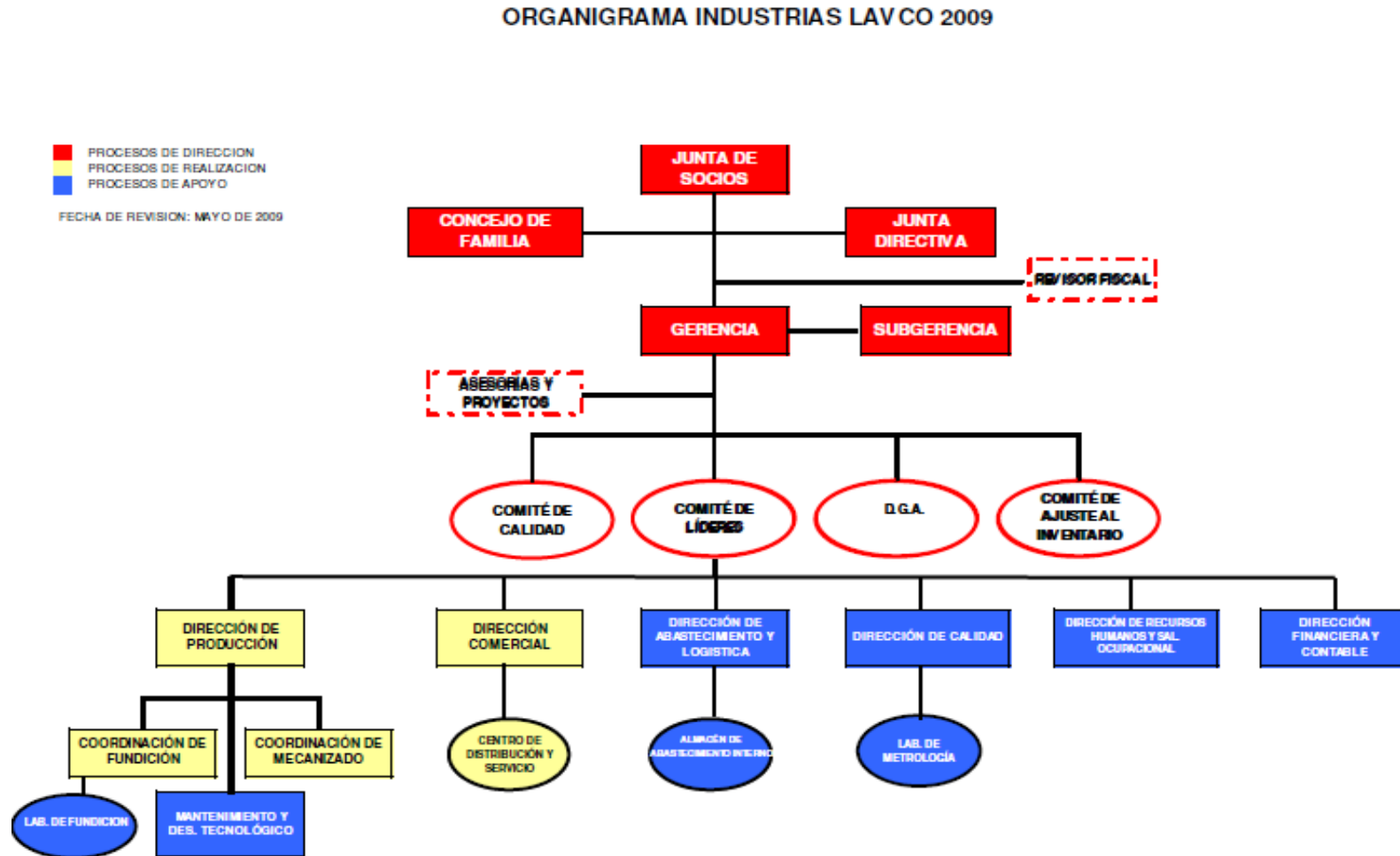
Cientes directos: Industrias Lavco atiende directamente a este tipo de clientes, ya sea por tratarse de clientes del sector industrial o energético, o clientes que compran más de 100 unidades en cada pedido por referencia y prefieren negociar directamente con ellos en lugar de hacerlo con el distribuidor de su zona.

Cientes de servicios: Se trata de compañías subcontratistas del sector industrial y energético a quienes reparan cilindros, además de suministrar camisas para grandes motores⁶.

⁶ Información suministrada por el Departamento de Mercadeo de Industrias Lavco



Figura 11. Organigrama de industrias Lavco Ltda.



Fuente: Industrias Lavco Ltda

Tabla 1: Personal actual en Industrias Lavco

PERSONAL DIRECTO INDUSTRIAS LAVCO LTDA 2010		
ÁREA	SECCIÓN	No PERSONAS
Directiva	Gerente	1
Administrativa	Recepcionista	1
	Mensajero	1
Abastecimiento y Logística	Supervisor de Compras	1
	Jefe de Almacén	1
Contabilidad	Director	1
	Auxiliares Contable	1
Producción	Director de Producción	1
	Coord. Fundición	2
	Coord. Mecanizado	1
	Auxiliar Mecanizado	1
	Auxiliar Fundición	1
	Operarios de mecanizado	35
	Operarios de fundición	20
Comercial	Director	1
	Dirección Mercadeo	1
	Asistente	2
	Auxiliar Bodega	1
	Jefe de Bodega	1
Recursos Humanos	Coordinador	1
Calidad	Director	1
	Metrólogos	2
TOTAL		78

Fuente: Portafolio de productos Industrias Lavco

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 INTRODUCCIÓN:

Actualmente, todo tipo de industria se rige por un mercado exigente y selectivo, en el que la exigencia en el desempeño de todas las etapas del proceso productivo se hace una condición fundamental para que la empresa sea competitiva. Para poder lograr esto, es necesario minimizar los costos de producción y lograr una flexibilización de los procesos que permita amoldarse a un entorno en constante evolución. Es ahí cuando el diseño de planta se vuelve un aspecto estratégico para las empresas, ya que de acuerdo al flujo de sus procesos industriales, cierto tipo de distribución ofrece más ventajas que otro.

La definición universal de diseño de planta es: “el proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan a un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible”, y su importancia radica en la búsqueda de la mejor disposición de todos los recursos de la empresa con el fin de conseguir el mejor funcionamiento de las instalaciones. Este ordenamiento incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajos indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal del taller.

El criterio principal en un diseño y distribución de planta es la “*minimización de la distancia recorrida*” por el flujo de materiales entre los diversos procesos que se llevan a cabo en la empresa; pero además de esto, se considera que una buena distribución contempla entre sus criterios el bienestar, las condiciones laborales y la salud de los trabajadores, por lo tanto cuando se planifica un diseño de planta, es indispensable tener en cuenta todos los elementos básicos de seguridad



industrial, incluyendo no solo los espacios, sino también los elementos de protección personal para los trabajadores y su correcta forma de uso⁷.

Otra de las condiciones a tener en cuenta en la distribución es que el área asignada a las actividades presente determinadas restricciones, es decir, que el tamaño de dicha área sea suficiente y que la geometría de la misma permita el normal desempeño de las actividades que se llevan a cabo. Entre las actividades previas al diseño y la distribución, se encuentran:

- La definición del producto o productos que se vayan a ofrecer.
- La localización de la planta: ésta debe contar con acceso a servicios básicos, tales como servicio de transporte, disponibilidad de mano de obra, proximidad de clientes, que se encuentre en una zona segura, que cuente con servicios externos como cafetería, zonas de esparcimiento, etc.
- Definición de conjunto: Planificación de capacidades, maquinarias, edificaciones.

2.2 NATURALEZA DE LOS PROBLEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:

Estos problemas pueden ser de cuatro clases:

- Proyecto de una planta completamente nueva
- Expansión o traslado a una planta ya existente
- Reordenación de una distribución ya existente
- Ajustes menores en distribuciones ya existentes

2.3 OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:

Entre otros, se podrían nombrar los siguientes:

- Incremento de la producción
- Disminución de los retrasos en producción

⁷ Tomado de <http://www.slideshare.net/gvivanco/distribucion-planta>



- Ahorro de área ocupada
- Reducción del manejo de materiales
- Mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y de los servicios
- Reducción del material en proceso y de los inventarios
- Acortamiento del tiempo de fabricación y de respuesta
- Mejorar el servicio a los clientes
- Minimizar inversión en equipos
- Disminución del riesgo para el material o su calidad
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y satisfacción del operario
- Reducción del trabajo administrativo y del trabajo indirecto en general
- Logro de una supervisión más fácil y mejor
- Disminución de la congestión y confusión
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones

El objetivo general del diseño de planta consiste en hallar la ordenación más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.

Objetivos básicos:

- Unidad:* Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que se funcione como una unidad de objetivos.
- Circulación mínima:* Procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos sean óptimos, lo cual requiere economía de movimientos, de equipos y de espacio.



- C. *Seguridad*: Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, consiguiéndose así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.
- D. *Flexibilidad*: La distribución en planta necesitará, con mayor o menor frecuencia, adaptarse a los cambios bajo las circunstancias en las que se realizan las operaciones, las que hacen aconsejable la adopción de distribuciones flexibles.

2.4 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA:

- Integración de conjunto: La mejor distribución es la que integra las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, con el consecuente resultado de un mejor compromiso entre todas las partes.
- Mínima distancia recorrida: En condiciones de igualdad, la mejor distribución es aquella que permite el acortamiento de distancia por el flujo de material entre las operaciones.
- Circulación: En condiciones de igualdad, la mejor distribución es aquella que esté en el mismo orden o secuencia en la que se transforma la materia prima.
- Espacio: Para obtener un diseño que aumente la relación costo/beneficio, se debe utilizar de modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.
- Satisfacción y seguridad: En condiciones de igualdad, la distribución más efectiva será aquella en la que el trabajador permita realizar de modo seguro y satisfactorio sus actividades.
- Flexibilidad: En condiciones de igualdad, la distribución más conveniente será aquella que permita ajustar o reordenar al menor costo (o con menos inconvenientes) todos los elementos involucrados.

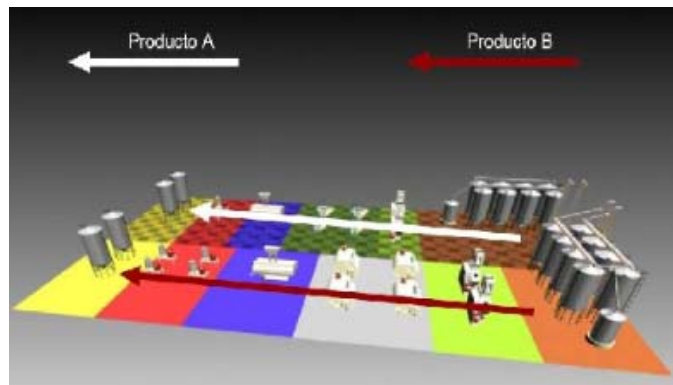
2.5 TIPOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA:

Existen 4 tipos fundamentales de distribución de planta

- Por producto
 - Por proceso
 - Por grupo o células de fabricación
- } El producto se mueve a lo largo de los procesos
-
- Posición fija
- } El producto permanece en un lugar fijo, el proceso va hacia el producto

2.5.1 Distribución por producto, en cadena o en serie: Se distribuye por producto cuando toda la maquinaria y equipos necesarios para la fabricación de un determinado producto se agrupan en una misma zona, siguiendo el orden de las operaciones que deben realizarse sobre el material procesado.

Figura 12. Distribución por producto



Fuente: <http://www.slideshare.net/gvivanco/distribucion-planta>

a) Características:

- La línea está orientada según el flujo del producto, de acuerdo a la secuencia de las operaciones.
- La materia prima ingresa por el frente de la línea, y sale de la línea el producto terminado

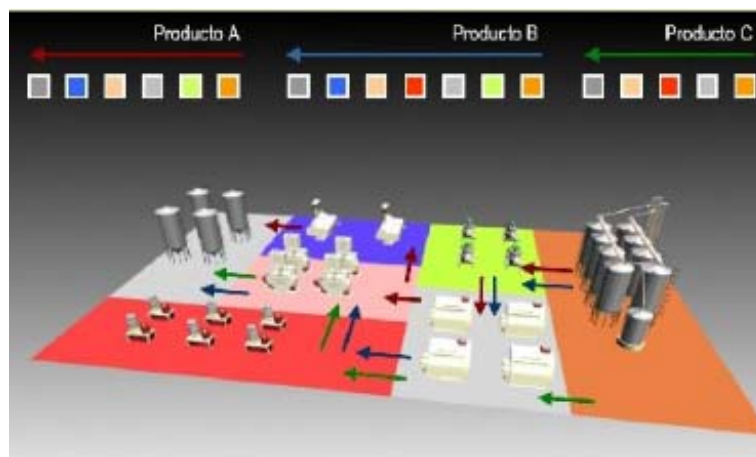
b) Recomendable si:

- Es la distribución más efectiva y eficaz cuando lo justifica un alto volumen de producción de unidades idénticas o bastante parecidas.
- El diseño del producto es aproximadamente estandarizado.
- La demanda del producto es razonablemente estable.

2.5.2 Distribución por procesos: También llamada taller de empleos o distribución funcional, agrupa máquinas similares en departamentos o centros de trabajo según el proceso o la función que desempeñan. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto.

Ejemplo: Fábricas de hilados y tejidos, talleres de mantenimiento e industrias de confección.

Figura 13. Distribución por proceso



Fuente: <http://www.slideshare.net/gvivanco/distribucion-planta>

a) Características:

- Esta distribución es común en las operaciones en las que se pretende satisfacer necesidades diversas de clientes diferentes entre sí.



- El tamaño de cada pedido es pequeño, y la secuencia de operaciones necesarias para fabricarlo varía considerablemente de uno a otro.
 - Las máquinas en una distribución por proceso son de uso general y los trabajadores están calificados para poder trabajar con ellas.
- b) Recomendable si:
- La maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente.
 - Se fabrican productos similares pero no idénticos.
 - Varían notablemente los tiempos de las distintas operaciones.
 - Se tiene una demanda pequeña o intermitente.

2.5.3 Distribuciones híbridas, las células o grupos de trabajo: Las formas híbridas de distribución en planta intentan combinar los tipos básicos señalados anteriormente para aprovechar las ventajas que ofrece cada uno de ellos. Así pues, teniendo en cuenta estas características y la gran importancia que tienen, se han desarrollado sistemas para aprovechar al máximo las ventajas de la disposición orientada al producto, pero conjugándolas con el logro de una mayor flexibilidad en su diseño e implantación.

2.5.4 Distribución por posición fija: Se emplea fundamentalmente en proyectos de gran envergadura en los que el material permanece estático, mientras que tanto los operarios como la maquinaria y equipos se trasladan a los puntos de operación. Su nombre hace referencia al carácter estático del material. Ejemplos: Los barcos, los edificios o las aeronaves.

**Figura 14. Ensamble de un avión Airbus en la planta de Airbus en Toulouse
(Francia)**



Fuente: <http://www.slideshare.net/gvivanco/distribucion-planta>

a) Características:

- La intensidad de utilización de los equipos es baja, porque a menudo resulta menos gravoso abandonar el equipo en un lugar determinado.
- Con frecuencia las máquinas se alquilan o se subcontratan.
- Los trabajadores están especialmente cualificados para desempeñar las tareas que de ellos se esperan, por este motivo cobran salarios elevados.

b) Recomendable si:

- El costo de traslado de la pieza mayor del material es elevado.
- Se fabrica solamente una pieza o pocas piezas de un artículo.
- Las operaciones de transformación o tratamiento requieren herramientas de mano o máquinas sencillas.
- La efectividad de la mano de obra se basa en la habilidad de los trabajadores, o cuando se desee hacer recaer la responsabilidad sobre la calidad del producto, en un trabajador.

En la tabla 2 se presenta un resumen de los principales tipos de distribución de planta, sus características y su impacto

Tabla 2. Resumen de los tipos de distribución en planta

Característica	Por Producto	Por Proceso	Grupo	Posición Fija
Tiempo de producción	BAJO	ALTO	BAJO	MEDIO
Trabajo en proceso	BAJO	ALTO	BAJO	MEDIO
Nivel de habilidad	A ELECCIÓN	ALTO	MEDIO-ALTO	VARIADO
Flexibilidad del producto	BAJO	ALTO	MEDIO-ALTO	ALTO
Flexibilidad de la demanda	MEDIO	ALTO	MEDIO	MEDIO
Utilización de la maquinaria	ALTO	MEDIO-BAJO	MEDIO-ALTO	MEDIO
Utilización de la mano de obra	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO
Costo unitario de producción	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO

Fuente: <http://www.slideshare.net/gvivanco/distribucion-planta>

2.6 DEFINICIÓN Y PROCESO DE BENCHMARKING:

Es un proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de las empresas con el propósito de realizar mejoras organizacionales⁸. De esta forma, el proceso de Benchmarking parte de una investigación inicial para detectar las empresas que son conocidas en el área examinada y establecer así las mejores de su clase o representantes de las mejores prácticas. El corazón del Benchmarking es el proceso de recolección y análisis de la información referida a las prácticas cuya adopción puede mejorar el desempeño de la organización, en las áreas seleccionadas. El equipo de investigación será el responsable de planificar y ejecutar la evaluación comparativa del desempeño de la organización. La recolección de información no se reduce a visitar a otras organizaciones; parte

⁸ Michael J. Spendolini, "Benchmarking". Grupo Editorial Norma; Colombia; 1994.



importante del trabajo de investigación consiste en la revisión de documentos, archivos y publicaciones, además de visitas, encuestas, entrevistas y reuniones. El análisis de los datos dependerá en cada caso, de su naturaleza y de las necesidades de la organización. Todo el análisis previo permite establecer comparaciones organizacionales y determinar las estrategias a seguir hacia el mejoramiento del área en cuestión.

2.7 NORMAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL:

La seguridad industrial se define como el cumplimiento de normas o medidas técnicas destinadas a conservar la vida, la salud y la integridad física de los trabajadores y tendientes a conservar los materiales, equipos e instalaciones exentos de peligro y en las mejores condiciones para lograr mejor productividad.

Por lo anterior, es importante implementar medidas técnicas que ayuden a que el trabajador las cumpla en el lugar de trabajo, con el fin de evitar accidentes que provoquen lesiones leves, graves o fatales. La resolución 2400, llamada Estatuto Nacional de Seguridad Industrial, relaciona algunas medidas que se deben tener en cuenta, y que están listadas en el anexo 1, sin embargo, se mencionan algunas a continuación:

- Superficie por trabajador no menor de 2 m², con un volumen de aire suficiente para 11,5 m³ (libre para operario).
- Distancia entre máquinas, equipos, elementos fijos no inferior a 0,8 m. Medidos desde los extremos más salientes.
- Equipos que generen ruidos, vibraciones o trepidaciones deben ir anclados al piso buscando lograr el equilibrio estático y dinámico.
- No instalar equipos ruidosos adyacentes (< 1 m) a paredes y columnas.
- Espacio entre equipos y paredes o elementos estacionarios no inferior a 40 cm.



2.7.1 Señalización y Demarcación: Una de las mayores deficiencias en lo relativo a prevención es la falta de señalización, para evitar riesgos y permitir que el personal en los puestos de trabajo cumpla con la obligación de usar los elementos de protección. La señalización para los lugares de trabajo está reglamentada por la Norma ICONTEC 1461, la cual establece cuáles son los colores y señales de seguridad utilizados para la prevención de accidentes y riesgos contra la salud y situaciones de emergencia⁹.

El uso de la señalización no exonera la realización de inspecciones periódicas y programadas a los lugares de trabajo y tampoco elimina o sustituye el programa de control de riesgos que se tenga establecido, puesto que los riesgos siguen estando presentes en los lugares de trabajo. La aplicación de una señalización adecuada y oportuna ayuda a prevenir la accidentalidad, a realizar los trabajos con confianza y obtener buena organización.

Es importante anotar que las reglamentaciones internacionales difieren, en algunos aspectos, de las normas nacionales; sin embargo se debe tener en cuenta que el Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC ha venido emitiendo normas de seguridad para que sean aplicadas en las empresas colombianas.

En el mundo laboral se evidencian situaciones de peligro en las que es conveniente que el trabajador reciba una determinada información relativa a la seguridad y que se denomina ‘Señalización de Seguridad’. Se entiende por señalización de seguridad un conjunto de elementos que estimulan o condicionan la actuación de quien los recibe frente a unas circunstancias que se pretenden resaltar; es decir que la señalización de seguridad es aquella que suministra una indicación relativa a la seguridad de personas y/o bienes, y se describen a continuación:

⁹ ICONTEC: Norma técnica colombiana NTC 1461: Colores y señales de seguridad. Bogotá: Icontec 1987



- a) **Señalización táctil:** Se fundamenta en la sensación al tocar algo con cualquier parte del cuerpo. Esta forma de señalización no está contemplada en ninguna legislación pero tiene una importancia potencial tal que debería estar presente en el diseño de todos los órganos de mando, herramientas manuales y cualquier objeto de uso manual ya que permite saber o no y de esta forma se puede discriminar entre una manera insegura de actuar y otra segura. Las modernas tendencias ergonómicas están haciendo cada vez mayor hincapié en este tipo de señalización.
- b) **Señalización auditiva:** Los sonidos son escuchados cuando, en condiciones de presión atmosférica normal, se producen variaciones de una magnitud suficiente. Estas variaciones llegan al oído con diferencias de presión, y son transmitidas por el mecanismo auditivo al cerebro, en donde producen sensaciones; estas sensaciones ya están codificadas de acuerdo a los parámetros que se han venido almacenando transformándose en criterio entrenado del sonido, como por ejemplo: la ambulancia, el tipo de carro, el desperfecto de una máquina, la parada de producción y los mensajes en la señalización auditiva son sencillos, breves y requiere acción inmediata.
- c) **Señalización visual:** Es el más importante de los sistemas de señalización, ya que el trabajador recibe una o varias señales que advierten riesgos y pueden tomar acciones de prevención.

La preferencia por la señal visual está basada en un mensaje complejo, prolongado; hace referencias a situaciones posteriores, se refiere a la situación de las cosas en el espacio, no requiere acción inmediata.

Algunos requisitos que debe cumplir la señalización visual son:

- Atraer la atención de quienes lo observan
- Dar a conocer la información con suficiente antelación para poder cumplirla.
- Informar sobre la forma de actuar en cada caso concreto.



En el anexo 1 se listan los colores que se deben usar en el lugar de trabajo que sirven como señales de advertencia.

2.7.2 Consideraciones ergonómicas de los puestos de trabajo: A la hora de diseñar los puestos de trabajo, es fundamental tener en cuenta que el trabajador desempeñe su labor en las mejores condiciones físicas y psicológicas para que de esta forma la productividad no se vea empañada por factores externos a los equipos de trabajo como máquinas y herramientas. Garavito¹⁰, en sus conferencias sobre ergonomía, expone algunos factores ergonómicos que habrá que tener en cuenta al diseñar o rediseñar puestos de trabajo como por ejemplo:

- Tipos de tareas que hay que realizar
- Cómo hay que realizarlas
- Cuántas tareas hay que realizar
- El orden en que hay que realizarlas
- El tipo de equipo necesario para efectuarlas

Además, un puesto de trabajo bien diseñado deberá:

- Permitir al trabajador modificar la posición del cuerpo.
- Incluir distintas tareas que estimulen mentalmente.
- Dejar cierta libertad al trabajador para que adopte decisiones, a fin de que pueda variar las actividades laborales según sus necesidades personales, hábitos de trabajo y entorno laboral.
- Dar al trabajador la sensación de que realiza algo útil.
- Facilitar formación adecuada para que el trabajador aprenda qué tareas debe realizar y cómo hacerlas.
- Facilitar horarios de trabajo y descanso adecuados gracias a los cuales el trabajador tenga suficiente tiempo para efectuar las tareas y descansar.

¹⁰ GARAVITO HERNANDEZ, Edwin Alberto, lectura sobre Ergonomía, disponible en Torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/index.html, 2010



- Dejar un período de ajuste a las nuevas tareas, sobre todo si requieren gran esfuerzo físico, a fin de que el trabajador se acostumbre gradualmente a su labor.

De esta manera, se puede observar que el diseño de planta no sólo debe tomar en cuenta las características antropométricas de la distribución que se requiera plantear, sino que también se debe pensar en que el trabajador es un ser que debe laborar continuamente en el puesto de trabajo y que por lo tanto éste deberá adaptarse de la forma menos traumática posible al trabajador.

2.8 TEORÍA DE SIMULACIÓN:

2.8.1 Importancia: La simulación se basa en la construcción de un modelo experimental que hace que este funcione de manera similar a como lo haría en la vida real; para este caso, el comportamiento del sistema productivo de una empresa. Experimentar con cosas reales es demasiado costoso y toma demasiado tiempo, y si a este factor se le añade que el sistema no va a funcionar, se ve la necesidad de utilizar la simulación como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones de tipo estratégico.

Además, varias compañías que se han ido involucrando en procesos de mejoramiento continuo, usan la simulación para asegurar que la suficiente capacidad esté disponible para alcanzar las metas en los indicadores de producción. En el mercado existen diferentes tipos de software para el diseño y la distribución de plantas industriales, con características que hacen posible la importación de los planos reales desde otros programas como CAD y permiten ver la animación del proceso, dejando en evidencia si el sistema realmente funcionaría en la vida real, manejando el paradigma de que se están manejando procesos estocásticos y todo está sujeto a las probabilidades de diversa índole. Además, la simulación también permite rediseñar aquellas áreas que pueden ser



consideradas como críticas en la planta de producción, reduciendo de esta forma los costos asociados y mejorando los niveles de cumplimiento y de tiempo de respuesta.

La simulación también permite la evaluación de equipos de nueva tecnología, y si se incluyera la tecnología propuesta en un modelo actual de producción, se podrían evidenciar claramente las posibles mejoras¹¹.

2.8.2 Etapas de la simulación: Un proyecto de simulación debe seguir una estructura para lograr su funcionalidad. Cabe la aclaración, que entre más variables involucre el modelo, será más fiel a la realidad, pero conllevará a una mayor dificultad en su planteamiento y tal vez pueda ser un desperdicio de tiempo que podría obviarse si se limitara con ciertos parámetros. Si el modelo de simulación comienza mal formulado, es lógico que las etapas posteriores arrojaran resultados que no describirán la realidad del proceso. Por esta razón es primordial una buena formulación del modelo.

En la tabla 3 se describen las etapas que debería seguir un proyecto de simulación.

2.8.3 Ventajas y desventajas de la simulación:

- Permite analizar el efecto sobre el rendimiento global de un sistema como resultado de pequeños cambios realizados en una o varias de sus componentes
- A partir de la experimentación del modelo, es posible analizar los efectos en el sistema real en el ambiente organizativo y en la gestión de la información.

¹¹ Garavito, Edwin; Simulación de procesos de manufactura, Escuela de estudios industriales y empresariales, UIS, 2008

- El análisis del modelo del sistema puede permitir la sugerencia de potenciales mejoras en el sistema real, así como detectar las variables más influyentes en el rendimiento del mismo.
- Permite la experimentación en condiciones que podrían ser peligrosas o de elevado costo económico en el sistema real.

Tabla 3. Etapas de un proyecto de simulación

Etapas	Descripción
Formulación del problema.	Define el problema que se pretende estudiar. Incluye por escrito sus objetivos.
Diseño del modelo conceptual.	Especificación del modelo a partir de las características de los elementos del sistema que se quiere estudiar y sus interacciones teniendo en cuenta los objetivos del problema.
Recogida de datos.	Identificar, recoger y analizar los datos necesarios para el estudio.
Construcción del modelo.	Construcción del modelo de simulación partiendo del modelo conceptual y de los datos.
Verificación y validación.	Comprobar que el modelo se comporta como es de esperar y que existe la correspondencia adecuada entre el sistema real y el modelo.
Análisis.	Analizar los resultados de la simulación con la finalidad de detectar problemas y recomendar mejoras o soluciones.
Documentación.	Proporcionar documentación sobre el trabajo
Implementación.	Poner en práctica las decisiones efectuadas con el apoyo del estudio de simulación.

Fuente: <http://cio2005.uniovi.es/documentos/asignaturas/descargas/transparencias/Simulacion.pdf>

- La simulación suele ser utilizada también con una perspectiva pedagógica para ilustrar y facilitar la comprensión de los resultados que se obtienen mediante las técnicas analíticas.
- Soluciones no exactas.



- Existe el riesgo de tomar malas decisiones basadas en modelos de simulación que no han sido validados y verificados adecuadamente.

En resumen:

- Permite responder satisfactoriamente a preguntas del tipo “what if... (Qué pasa si...)”
- Contribuye a la reducción del riesgo inherente a la toma de decisiones.

2.8.4 Generalidades de ProModel®: Es una herramienta de simulación que permite diseñar modelos dinámicos de procesos de manufactura involucrando los recursos utilizados y los eventos e interacciones que se presentan típicamente en este tipo de procesos. Está basado en una interface gráfica y en un proceso de animación que hacen sencilla la labor de modelado y ejecución de los modelos, y además permite personalizar el tiempo de ejecución de la simulación comprimiendo el tiempo real del proceso. En ProModel® todo se ajusta al paradigma de estaciones, entidades, procesamiento, llegadas y recursos. Cualquier sistema de manufactura, logística y servicio puede ser modelado utilizando este paradigma

- Estaciones: Representan lugares fijos en el sistema. Las entidades son llevadas a éstas estaciones para el procesamiento, almacenamiento y cualquier tipo de actividad o toma de decisiones
- Entidades: Cualquier cosa que el modelo procesa es llamada entidad. Este puede ser el caso de piezas que se procesan, productos que se mueven a través de los procesos, personas o incluso documentos como órdenes de trabajo.
- Procesamiento: El procesamiento describe las operaciones que tienen lugar en cada una de las estaciones, como la cantidad de tiempo que una entidad gasta en un puesto de trabajo, los recursos que se necesitan para realizar el proyecto, y en general cualquier evento que ocurra o suceda en la estación, incluyendo la elección del siguiente destino de la entidad.



- Llegadas: Cada vez que una nueva entidad es introducida en el sistema, se le conoce como llegada.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO PRINCIPAL:

Desarrollar una propuesta de un nuevo diseño y distribución de planta para la línea Industrial de Industrias Lavco Ltda., validada por simulación con el software ProModel®.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar y documentar un diagnóstico inicial de la línea industrial de Industrias Lavco
- Recopilar los tiempos de la planta actual de Industrias Lavco Ltda en las operaciones de la línea industrial.
- Caracterizar los tiempos como distribuciones estadísticas de variables aleatorias para la simulación, a partir de modelos estocásticos.
- Analizar la tecnología actual del sector con el fin de realizar un benchmarking y realizar una respectiva evaluación desde la perspectiva de los tiempos de procesamiento.
- Definir y analizar espacios por unidad de trabajo.
- Plantear alternativas de distribución posibles para la línea industrial a partir del desarrollo del método SLP, usando la herramienta Microsoft Visio®



- Formular y simular los modelos de distribución de planta para la línea industrial por medio del Software ProModel®, con el fin de validarlos y evaluarlos a partir de los factores definidos.
- Hacer una retroalimentación con la Gerencia de la empresa sobre los diseños propuestos, enfatizando sobre las ventajas y desventajas de cada modelo; y hacer las recomendaciones para su implementación.

3.3 PROPÓSITOS SECUNDARIOS:

- Separación física de las líneas industrial y automotriz.
- Ofrecer nuevos servicios a los clientes en la línea industrial que cumplan con los requisitos establecidos por los mismos.
- Aumentar el nivel de efectividad de los procesos concernientes a la línea industrial.
- Determinar un diseño económico y viable para el trabajo, teniendo en cuenta la seguridad y satisfacción para los empleados.

4. DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA DE LA LÍNEA INDUSTRIAL EN INDUSTRIAS LAVCO LTDA

Para la propuesta del nuevo diseño de planta, se tomó como base el análisis y examen de la instalación actual, y se valoraron los siguientes puntos:

4.1 ORGANIZACIÓN:

En Industrias Lavco Ltda, se encontraron las siguientes características:

- Industrias Lavco no cuenta con un competidor directo y/o semejante en la línea industrial, ya que los servicios y el proceso que presenta no tienen similitud con ninguna otra compañía en el país. La competencia que presenta es por el servicio prestado, esto indica que algunas empresas prestan el servicio de fundición, otras prestan el servicio de reparación de cilindros, entre otros ejemplos.
- En la planta actual, existen en el mismo sitio las dos líneas de trabajo, la automotriz y la industrial.

Figura 15. Área de mecanizado de Industrias Lavco



Fuente: Autores

4.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LA LÍNEA INDUSTRIAL:

La línea industrial incluye la reparación de cilindros, fabricación de camisas grandes para motores y fabricación de componentes internos complementarios (vástagos, pistones, tuercas, entre otros), y se encuentra en un área de 334,8 m² en donde están ubicadas las siguientes máquinas:

- ❖ 1 mandrinadora

- ❖ 1 bruñidora
- ❖ 1 fresadora
- ❖ 3 tornos paralelos

Adicionalmente cuenta con un área de 78,1 m² en la cual se realizan las actividades de lavado, limpieza, encamisado, pintado y empackado. Teniendo en cuenta la información anterior da como un resultado un de área total de 413 m² de espacio utilizado para la línea industrial.

Las máquinas se encuentran ubicadas en línea recta, lo que conduce a requerir mayor espacio y distancia recorrida. Adicionalmente se cuenta con un puente grúa, pero se observa que este es un recurso sub-utilizado, ya que por la forma como se encuentran situadas las máquinas no se evidencia un flujo continuo de las piezas y de igual manera como consecuencia de la ubicación de las máquinas el puente grúa no cubre la bruñidora y por ello se deba utilizar adicionalmente un diferencial. Además de esto las piezas que estén siendo procesadas en una máquina y posteriormente se requieran pasar a la siguiente se deben bajar con el puente grúa, trasladar con el montacargas y volver a subir a la nueva máquina.

Figura 16. Máquinas de la línea industrial



Fuente: Autores

4.3 EQUIPOS – MÁQUINAS:

Los equipos con los cuales cuenta actualmente la empresa han ido quedando obsoletos, ya que son equipos con más de 30 años de funcionamiento, lo que conduce a paradas por mantenimiento correctivo y su nivel de precisión es bajo. Con base en diálogos establecidos con algunos trabajadores, se precisa que la perfección de las piezas se debe a la destreza que tenga el operador de la máquina.

Actualmente Industrias Lavco cuenta con una sola mandrinadora, la cual es utilizada en la línea industrial y se ha detectado como su cuello de botella debido a que ocasionalmente llegan cilindros y camisas para grandes motores simultáneamente, pero solo tiene capacidad para procesar una pieza. Adicionalmente no se cuenta con un cronograma de actividades en las dos líneas lo cual genera retraso y desorden en la producción.

Figura 17. Condición actual del torno Ref. M043



Fuente: Autores

4.4 ADMINISTRACIÓN DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS Y PRODUCTOS DE LA LÍNEA INDUSTRIAL:

Industrias Lavco no presenta tendencias y/o comportamientos en la demanda de la línea industrial, ya que los servicios y productos solicitados varían según la necesidad del cliente, lo que impide generar un pronóstico confiable de comportamiento. Lo anterior impone dificultades a la hora de determinar la capacidad que tiene la planta actual, debido a que cada servicio es atendido “día a día” sin tener un cronograma de actividades establecido para su cumplimiento, lo que produce que la atención se base en la importancia y necesidad del cliente; a raíz de esto se entregan pedidos y servicios sin tener en cuenta el orden de llegada, sino el cliente y su relevancia.

4.5 COSTOS DE LA LÍNEA INDUSTRIAL:

Los costos de la línea industrial no están estandarizados ya que cada reparación de cilindros, fabricación de camisas o pistones presentan variaciones significativas, las cuales no permiten cuantificar el costo de la producción y/o servicio prestado.

Los costos en los cuales incurre Industrias Lavco Ltda en la reparación de un cilindro pueden incluir desde el reproceso que se le debe hacer a la camisa por defecto, el tiempo en la mandrinadora, los planos que se deben diseñar de la camisa, el tiempo de calentamiento del cilindro, el hielo requerido para el enfriamiento de la camisa, reconstrucción de lumbreras, tiempo de pulido en la bruñidora, entre otros aspectos que varían según el estado y adicionalmente afectan especificaciones tales como el tipo de material, tamaño, operación y cliente. Los anteriores aspectos generan en ocasiones mayores costos debido a que se realizan actividades adicionales en la reparación del cilindro para agilizar el servicio al cliente y estos no son cuantificados.



Por todo lo mencionado es que no se ha podido estandarizar el costo de reparación de un cilindro o la fabricación de una camisa o pistón. Adicionalmente no se registra el costo aproximado de cada servicio prestado ni de la fabricación de los productos, lo cual no permite determinar el porcentaje de utilidad que se genera por esta actividad y poder compararse con el sector industrial.

4.6 RECURSO HUMANO:

El recurso humano con el que cuenta la empresa actualmente en ambas líneas presenta alta rotación en las máquinas de operación, lo que conlleva a que los trabajadores sean polivalentes y puedan acceder a cualquier puesto dentro de la planta. Pero por lo anterior se presenta la variación en los procesos y trabajos ya que estos están directamente ligados con la destreza de cada trabajador.

Se observa el bajo nivel de comunicación entre departamentos, lo cual ha llevado a presentar errores en el servicio prestado tales como encamisar un cilindro fisurado, realizar las operaciones dos veces, fabricar piezas incorrectas, aplicar pintura incorrecta al cilindro, cilindros almacenados por cerca de dos meses, programar a un operador experto en una máquina a desarrollar actividades de oficios varios, parar el flujo de producción para terminar un cilindro y entregar a la transportadora en el mismo instante, y demoras en el proceso por falta de programación¹².

4.7 USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN:

Industrias Lavco actualmente no tiene centralizado el sistema de información empresarial; cada departamento utiliza un software para el registro de su información. A continuación se relacionan las áreas de la empresa con el software que utilizan para registrar la información:

¹² Información suministrada por operarios de la línea industrial en las visitas realizadas a la empresa

Tabla 4 Sistemas de información usados en Industrias Lavco por áreas

DEPARTAMENTO	SISTEMA
Contabilidad	❖ MECOSOFT
Comercial	❖ SIIGO ❖ TAC
Nómina y Recursos Humanos	❖ MECOSOFT
Compras	❖ Base de datos ACCESS, SIIGO
Producción	❖ Base de datos ACCESS
Mecanizado	❖ TAC
Fundición	❖ TAC
Mantenimiento	❖ Base de datos ACCESS

Fuente: Autores

Lo anterior genera que cada departamento maneje de forma diferente la información ya que no existe ninguna clase de estandarización, y esto da lugar al reproceso de digitación de los datos, retraso en el tiempo de acceso y distorsión de la información.

Adicionalmente las herramientas de información que manejan no son compatibles y por ende no permiten la fluidez que requiere la empresa. Cabe aclarar que la comunicación interna se da vía correo electrónico, a través de Microsoft Outlook, pero esta no cubre a los operarios de la planta.

4.8 INDICADORES DE GESTIÓN:

En la actualidad, Industrias Lavco presenta una variedad de indicadores que son utilizados en los diferentes procesos que se manejan y que se encuentran listados en su manual de calidad. Estos se relacionan en el anexo 3, donde se presentan con su significado y su cálculo.

4.9 INFRAESTRUCTURA Y CONDICIONES AMBIENTALES:

Las condiciones que se manejan en el entorno laboral de Industrias Lavco en el área de mecanizado se presentan a continuación:

4.9.1 Pasillos: La empresa cuenta con tres pasillos en el área de mecanizado, pero su demarcación no es visible. En los pasillos se encuentra eventualmente inventario de producto en proceso, lo que dificulta en algunas ocasiones el movimiento de los operarios, del montacargas y del material.

Figura 18. Pasillos de Industrias Lavco



Fuente: Autores

4.9.2 Suelo: Es de concreto reforzado, lo cual permite la resistencia de las máquinas y los equipos instalados. Pero debido a su dureza, causa fatiga a los empleados que deben estar de pie durante toda la jornada (no hay sillas para los operarios en la planta). El piso se encuentra agrietado, presenta porosidades y debido a la falta de mantenimiento del piso se ha acelerado su desgaste.

Figura 19. Condición actual del piso en Industrias Lavco



Fuente: Autores

4.9.3 Paredes: Están construidas con muros de ladrillo a la vista, es decir, no están cubiertas con cemento ni pintadas, lo cual no permite que se refleje la luz, sino que la absorba y dé la sensación de oscuridad permanente; también se evidencian condiciones de desaseo como grasa y polvo.

Figura 20. Condición actual de las paredes en Industrias Lavco



Fuente: Autores

4.9.4 Ventanas: El área de mecanizado dispone de 11 ventanas de color bronce que permiten el paso de luz natural para complementar la iluminación. Las ventanas son de difícil acceso para el lavado y reparación. Permanentemente se encuentran en condiciones de desaseo. Además de esto, las ventanas no ayudan a la ventilación en general de la planta.

Figura 21. Ventanas de la planta de Industrias Lavco



Fuente: Autores

4.9.5 Techo: El techo es de forma angular, construido en teja de zinc sobre estructura metálica. La altura es de aproximadamente 15 m; no hay instalaciones elevadas ni elementos unidos a la cubierta. Tiene una alta capacidad de absorción del calor que no solo contribuye a elevar las temperaturas internas, sino que reduce su vida útil debido a los ciclos térmicos diarios. Adicionalmente no permite el paso de la luz solar lo que genera oscuridad dentro de la planta ocasionando que esta sea reemplazada por luz artificial.

Figura 22. Forma del techo de Industrias Lavco



Fuente: Autores

4.9.6 Iluminación de los centros de trabajo: Para realizar el estudio de iluminación, se contó con la ayuda de un luxómetro, con el fin de medir la intensidad lumínica en los centros de trabajo de la planta de mecanizado¹³, específicamente en las máquinas de la línea industrial. Los resultados se observan en la tabla 5. Vale la pena mencionar que este estudio fue realizado solo con la intención de tener un diagnóstico inicial, no es algo definitivo y si se quisiera llevar a cabo un estudio de mayor profundidad, se debería realizar un mayor número de mediciones. Este estudio fue hecho entre las 12:00 m y las 2:00 pm, una toma cada hora, en el mismo punto de la máquina.

Tabla 5 Medición de iluminación en las máquinas de la línea industrial

	Medición 1	Medición 2	Medición 3
Torno pequeño	159	330	140
Torno Miller	70	256	225
Mandrinadora	177	256	202
Torno 2	102	254	189
Bruñidora	56	125	89

Fuente: Autores

❖ Mediciones en Luxes

Si estas mediciones se comparan con la tabla de iluminación del anexo 1, se pueden observar las deficientes condiciones de iluminación que posee la empresa en este momento, y es un factor a tener en cuenta para el diseño de la nueva planta con el fin de permitir a los trabajadores realizar sus labores con las mejores condiciones ergonómicas posibles, ya que con iluminación deficiente se produce un exceso de fatiga, además de aumentar el riesgo de cometer errores al momento de mecanizar las piezas. Hay varias causas de la deficiente iluminación

¹³ Se usó un luxómetro EasyView 31, de Extech Instruments



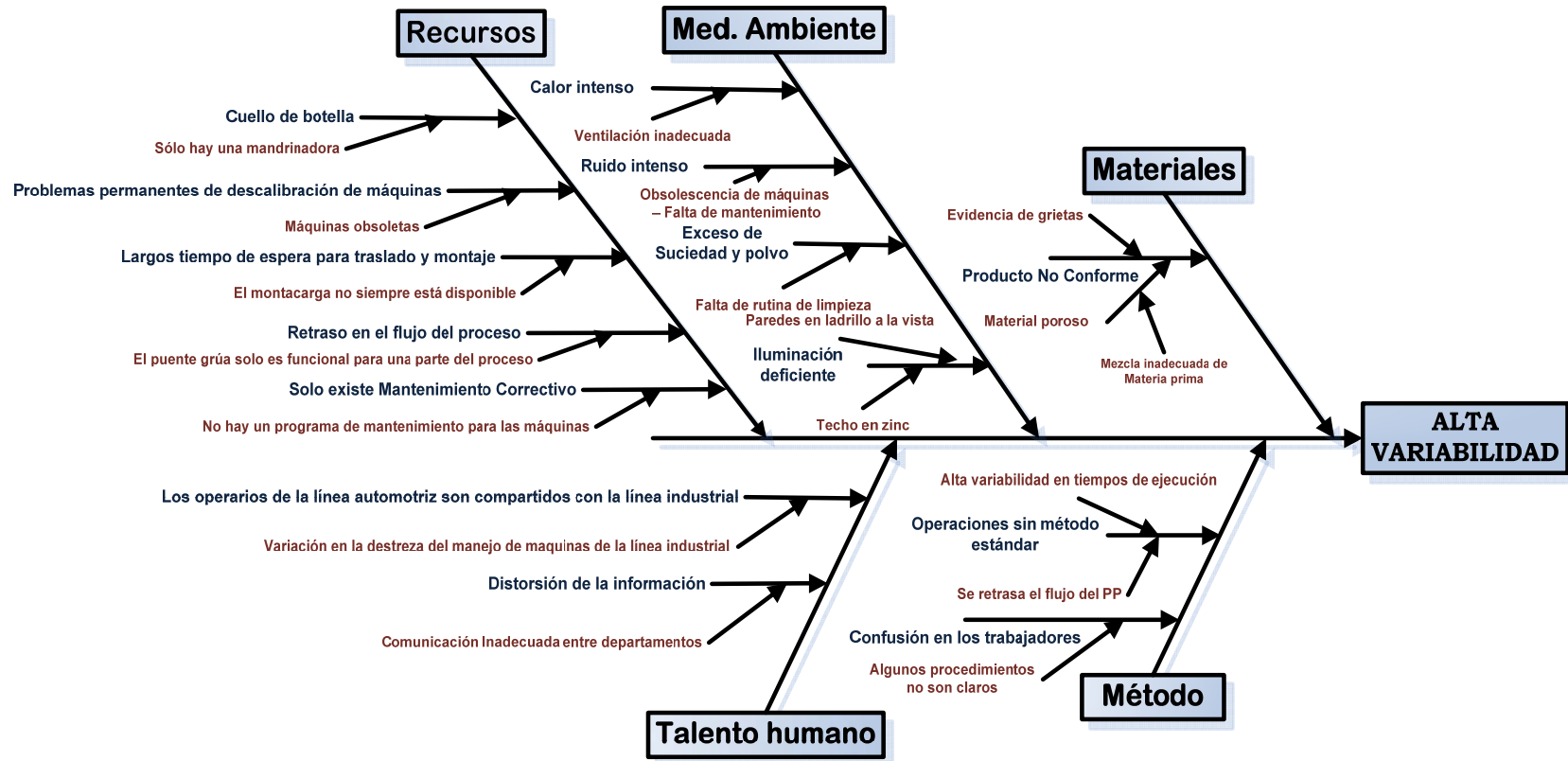
entre las que se encuentran, el material del techo, las paredes y la suciedad de las ventanas; debido a esto se presenta la necesidad de los fluorescentes, lo cual incrementa los costos de energía y no son la solución a los problemas de iluminación.

4.10 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO:

Como se puede apreciar en todo el numeral 4, el diagnóstico de Industrias Lavco permite observar que todos los factores inciden directamente en la falta de estandarización del proceso en general. El diagrama de Ishikawa en la figura 23 permite visualizar el esquema general del diagnóstico realizado. En las recomendaciones se presentarán algunas propuestas de mejora que podrían implementarse para mejorar el flujo del proceso, las condiciones laborales de los operarios y de todos los factores en general.



Figura 23. Diagrama de Ishikawa de Industrias Lavco Ltda



Fuente: Autores

5. RECOPIACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TIEMPOS

El mercado de Industrias Lavco está conformado por las empresas de Colombia y el exterior encargadas de la comercialización de partes para motor, los talleres de rectificación de motores, así como organizaciones del sector industrial y energético. Las líneas industrial y automotriz se encuentran claramente diferenciadas en sus procesos de producción y cada una tiene sus antecedentes en la empresa; mientras que la línea automotriz lleva más de 35 años operando, la línea industrial lleva aproximadamente 11 años de existencia. Es decir, que a las operaciones de los procesos concernientes a la línea automotriz se han ido estandarizando a medida que la empresa ha consolidado su proceso productivo y se han realizado estudios de tiempos que permiten ver que las actividades que se llevan a cabo podrían ajustarse a alguna distribución de probabilidad ya que su variabilidad no es significativa y son actividades repetitivas¹⁴.

Por otro lado, en la línea industrial no se han realizado estudios formales de tiempos; por lo cual en este trabajo se pretendió llevar a cabo dicho estudio con el fin de caracterizar estos tiempos como distribuciones de probabilidad. Lo anterior con el fin de introducirlos sus datos al modelo de simulación con el que se piensa validar el diseño de planta. Con este fin, se comenzó a hacer la respectiva toma de tiempos por cronómetro en el mes de mayo para 6 cilindros en reparación, específicamente en la etapa de ensamble.

Sin embargo, después de tomar las mediciones de los tiempos en las operaciones posteriores a la fabricación de las camisas para los cilindros, se pudo concluir lo siguiente:

¹⁴ Análisis de tiempos de proceso de Industrias Lavco, trabajo realizado por el estudiante Daniel Vargas Palomino como práctica en la profundización en producción II, Universidad Autónoma de Bucaramanga, 2010



- El estudio estaba sujeto a disponibilidad de unidades (en este caso, cilindros compresores para su reparación), ya que en algunos meses no hay actividad, lo cual conlleva a relacionar que los procesos no pueden ser calificados como repetitivos.
- Existen tareas que dependen de factores que impedirían obtener resultados confiables (aún bajo un intervalo de confianza), como por ejemplo la pericia del trabajador que haga el bruñido de la camisa (se necesita un poco más de experiencia para manejar las máquinas en la línea industrial que en automotriz, y no siempre está disponible un trabajador experto, por lo cual se opta por elegir alguno de la otra línea, es decir, no hay ni trabajador ni método estándar), la referencia del cilindro (los tiempos de procesamiento difieren significativamente de un cilindro pequeño a uno grande), el tiempo de espera en la adquisición de insumos, entre otros.

Con base en las características anteriormente descritas, se hace evidente que no es adecuado realizar un estudio formal de tiempos, ya que en la línea industrial existen actividades que no se pueden considerar repetitivas y no existe un método estandarizado para llevarlas a cabo. Por el contrario, existen otras tareas como el registro fotográfico y la toma de metrología que se realizan bajo un mismo procedimiento, y que al realizar la toma de tiempos variaban en +/- 3 minutos, por lo cual se definió que los tiempos de estas actividades podrían ser caracterizados como determinísticos ya que su variabilidad no era significativa. Para las mediciones de tiempos se procedió a cronometrar las actividades a 3 cilindros distintos con operarios diferentes; estas actividades no dependían de las características del cilindro, sino de la pericia del trabajador, y debido a la poca variabilidad presentada, se calculó el tiempo promedio con el fin de usarlo para el modelo de simulación. En la tabla 6 se pueden observar aquellas actividades que corresponden a esta característica.



Sin embargo, hay un tipo de distribución que permite hacer uso de una aproximación de otras distribuciones ante la ausencia de información completa, la distribución triangular. Este tipo de distribución tiene la característica de poder asumir una gran variedad de formas, por lo cual es flexible para modelizar supuestos. Para ello, se definen tres parámetros:

- *a*: El valor mínimo.
- *b*: El valor máximo.
- *c*: La moda o valor más probable.

Tabla 6. Operaciones con tiempos determinísticos

OPERACIÓN	TIEMPO (MIN)			PROMEDIO	PROM. REDONDEADO
Registro Fotográfico	4	5	7	5,33	5
Lavado e inspección	240	240	240	240	240
Inspección dimensional, toma de medidas y desgaste	20	18	23	20,33	20
Toma metrología diámetro interior	18	23	20	20,33	20
Toma metrología en la mandrinadora	15	17	13	15	15
Ensayo de pruebas No destructivas (END) de cilindro	60	57	63	60,00	60
Limpieza de los cilindros después de	15	16	13	14,67	15



las pruebas de tintas					
Alistamiento de dispositivos para ensamble	15	15	16	15,33	15
Enfriamiento de camisa	30	27	32	29,67	30
Ensamble de la camisa	3	5	7	5	5
Verificación de número de espárragos	10	9	12	10,33	10
Registro Fotográfico	10	7	12	10	10

Fuente: Autores

Para el modelo, estos valores se definirán de la siguiente forma:

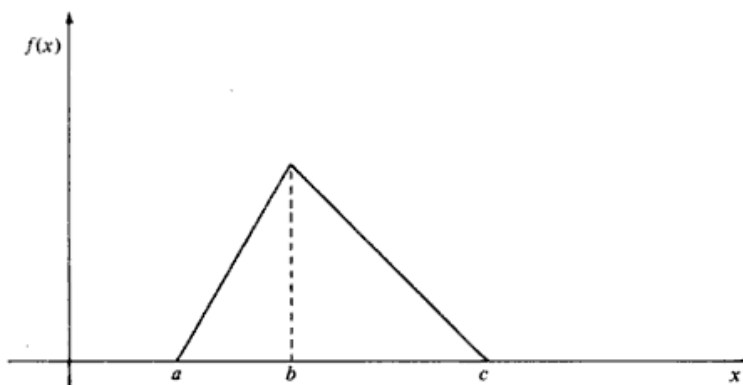
- *a*: El tiempo que demora haciendo la actividad el trabajador experto.
- *b*: El tiempo que demora haciendo la actividad el trabajador menos hábil.¹⁵
- *c*: El tiempo promedio que demora en ejecutarse la actividad.

¹⁵ Este trabajador se definió como aquel que, en ausencia de un trabajador dedicado a la línea industrial, debe ejecutar la tarea



Figura 24. Distribución de probabilidad triangular

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2}{(c-a)(b-a)} (x-a), & \text{para } a \leq x \leq b \\ \frac{-2}{(c-a)(c-b)} (x-c), & \text{para } b \leq x \leq c \end{cases}$$



Fuente: Simulation Using Promodel. Harrell & Ghosh. – Editorial Mc Graw Hill

La tabla 7 muestra los parámetros que serán usados para aquellas actividades con las cuales se usará la distribución triangular.

Tabla 7. Parámetros de las operaciones con distribución triangular

OPERACIÓN	TIEMPO (min)		
	a	b	c
Remoción y almacenamiento de tornillos y accesorios	100	120	200
Proceso de extracción	240	270	300
Desbaste del diámetro	720	900	1200



OPERACIÓN	TIEMPO (min)		
	a	b	c
interior del cilindro			
Inspección camisa	30	40	60
Calentamiento del cilindro	60	90	120
Tiempo de enfriamiento a temperatura ambiente	720	800	1440
Inspección dimensional y visual del cilindro	15	40	60
Pulido de cilindro encamisado	120	160	180
Reconstrucción de puertos, biseles, lumbreras. Eliminación de rebabas, agujeros de lubricación y manómetros	120	300	1440
Inspección y rectificado de roscas. Registro fotográfico	60	90	120
Lavado y pintada	180	240	300
Identificación y embalaje	60	90	120

Fuente: Autores

De esta forma, quedan caracterizados los tiempos de todas las actividades como se muestra en la tabla 8, con el flujo secuencial correspondiente y la distribución que siguen.

Tabla 8. Flujo secuencial de operaciones y su distribución estadística

OPERACIÓN	TIEMPO APROXIM. (min)	DISTRIBUCIÓN
Registro Fotográfico	5	Determinístico
Remoción y almacenamiento de tornillos y accesorios	De 100 a 200	Triangular
Lavado e inspección	240	Determinístico
Inspección dimensional, toma de medidas y desgaste	20	Determinístico
Proceso de extracción	De 240 a 300	Triangular
Toma metrología diámetro interior	20	Determinístico
Desbaste del diámetro interior del cilindro	De 720 a 1200	Triangular
Toma metrología en la mandrinadora	15 min	Determinístico
Ensayo de pruebas No destructivas (END) de cilindro	60	Determinístico
Limpieza de los cilindros después de las pruebas de tintas	15	Determinístico
Inspección camisa	De 30 a 60	Triangular



OPERACIÓN	TIEMPO APROXIM. (min)	DISTRIBUCIÓN
Alistamiento de dispositivos para ensamble	15	Determinístico
Enfriamiento de camisa	30	Determinístico
Calentamiento del cilindro	De 60 a 120	Triangular
Ensamble de la camisa	5	Determinístico
Tiempo de enfriamiento a temperatura ambiente	De 720 a 1440	Triangular
Inspección dimensional y visual del cilindro	De 15 a 60	Triangular
Pulido de cilindro encamisado	De 120 a 1440	Triangular
Reconstrucción de puertos, biseles, lumbreras. Eliminación de rebabas, agujeros de lubricación y manómetros	De 120 a 1440	Triangular
Inspección y rectificado de roscas. Registro fotográfico	De 60 a 120	Triangular
Lavado y pintada	De 180 a 300	Triangular
Verificación de número de espárragos	10	Determinístico



OPERACIÓN	TIEMPO APROXIM. (min)	DISTRIBUCIÓN
Identificación y embalaje	De 60 a 120	Triangular
Registro Fotográfico	10	Determinístico

Fuente: Autores

6. BENCHMARKING

6.1 JUSTIFICACIÓN:

Actualmente, las empresas deben esforzarse por competir no solamente con las industrias regionales, sino que también deben tener en cuenta que los competidores nacionales e internacionales expanden sus mercados a una gran velocidad debido a la globalización que se ha presentado; los clientes son más exigentes y el uso de herramientas como internet permite que se comercialicen productos a cualquier lugar del mundo. Todos estos factores desencadenan la necesidad de liderar el mercado al que pertenecen con productos de excelente calidad, que generen una clara diferenciación sobre los demás competidores. Para lograr este objetivo, los recursos físicos, y específicamente la maquinaria, deben ser elementos que cumplan características como funcionalidad, durabilidad, tecnología y capacidad adecuadas para el proceso, entre otras.

Para el diseño de la nueva planta, la gerencia de Industrias Lavco está interesada en adquirir maquinaria que sea económicamente factible y que disponga de la capacidad requerida por la empresa. Por esta razón, se inició un proceso de Benchmarking para dar claridad a la gerencia sobre algunos equipos actualmente disponibles en el mercado, y que podrían adquirirse posteriormente con el fin de

poder mantenerse como una empresa competitiva en el sector y poder solucionar algunos problemas presentados en el numeral 4.3.

6.2 LIMITACIONES:

Obtener información veraz, completa y clara de maquinaria de segunda que ofrecen las diferentes comercializadores presenta grandes limitaciones debido a que la información que se puede obtener por la web solo muestra algunas características y especificaciones, pero no permiten evidenciar su valor comercial. Para obtener el precio es necesario realizar registro, verificación de datos y en ocasiones nunca se obtiene respuesta. Si se tiene en cuenta que las cotizaciones que se deseaban obtener se estaban realizando como objetivo de un trabajo de investigación, generó en la mayoría de distribuidoras un rechazo y desinterés completo. Por esta razón es que aunque inicialmente se quiso hacer la evaluación del benchmarking con base en los tiempos de procesamiento, ningún proveedor consultado entregó esa información; sin embargo, el director de calidad sugirió que un dato de mayor importancia era la capacidad que tenía cada equipo, es decir el peso máximo admisible a procesar, ya que el rango del peso de los cilindros puede ir hasta 2500 kg y para la empresa es prioritario un equipo que sea capaz de procesar unidades grandes.

Adicionalmente se buscó información en otras empresas que realizan servicios similares de los que ofrece Lavco Ltda para poder conocer las características de la maquinaria que ellos utilizaban y se obtuvo una respuesta negativa y rechazo para dar alguna clase de información. Lo anterior se da a raíz de que en este sector se presenta el “celo” de suministrar información, dado por la misma competencia.

6.3 COSTOS ASOCIADOS:

En reuniones llevadas a cabo con la gerencia de la empresa y el ingeniero de calidad, se llegó a la conclusión de que la maquinaria a adquirir sería de segunda



mano debido a los altos costos que acarrearán los equipos nuevos; y además de esto Industrias Lavco no cuenta actualmente con los recursos financieros para cambiar todas las máquinas que están activas en la línea industrial, por lo cual el diseño y distribución de planta se realizará con las máquinas y equipos actuales; corresponde a la gerencia de la empresa realizar la evaluación de la vida útil que puedan tener las máquinas .

La cotización de la maquinaria de segunda mano forma parte del proceso de planeación de la distribución de la nueva planta. El conocimiento del valor comercial de los equipos que se desean adquirir es relevante debido a que brinda información para una posible compra de los mismos.

En el mercado nacional es común el comercio de máquinas y herramientas mecánicas, (sin control numérico computarizado), pero su precio está sujeto al valor comercial de la maquinaria que es importada. Las comercializadoras de maquinaria usada importan un gran porcentaje de los equipos de Norte América, Brasil o la Unión Europea.

El costo de un equipo industrial en Colombia obedece a la suma de tres cuantías notables que son: valor del equipo en su lugar de procedencia, costos de transporte y costos arancelarios. Luego, una aproximación al valor real de la maquinaria que desea reponer Industrias Lavco obedece a la siguiente ecuación:

$$\text{Valor en Colombia} = \text{Valor de procedencia} + \text{transporte} + \text{impuestos}$$

A continuación, se describirán cada uno de los tres conceptos asociados al costo total de adquisición.

6.3.1 Valor de procedencia: Las cotizaciones se hacen directamente con los comercializadores del lugar de procedencia de la maquinaria. Esta información es suministrada al posible comprador por correo electrónico.



Algunas de las páginas web de las grandes comercializadoras de equipos industriales usados son:

- www.maquinariamadrid.com
- www.mimaquinaria.com
- www.machinerychina.es
- www.fermatmachinery.com
- www.mafrieuropa.com

En las bases de datos de los anteriores portales se encuentran fotografías y especificaciones técnicas de cada equipo; allí se buscan las máquinas con las características deseadas como marca, serie, modelo, potencia, tamaño, capacidad, entre otros. El precio de los mismos es suministrado de forma confidencial al posible comprador después de un proceso de registro.

6.3.2 Transporte: El valor del transporte es asumido por el comprador, en este caso, Industrias Lavco. El traslado de los equipos se realiza por vía marítima y su costo depende del peso de la mercancía y/o de su volumen. Conocer el valor del flete es complejo, debido a que no todos los equipos tienen el mismo lugar de procedencia, peso y tamaño, por lo cual se hace una aproximación conveniente: 15% de su precio como costo de transporte¹⁶.

6.3.3 Impuestos: Los costos de aduana para maquinaria usada fluctúan entre el 5 y el 15% de su valor, el porcentaje real es asignado por la dirección de impuestos y aduanas nacionales (DIAN), según criterios pre-establecidos por ley¹⁷.

¹⁶ Este valor fue aproximado por el representante de ventas contactado a través de www.maquinariamadrid.com y hace referencia al porcentaje sobre el costo total

¹⁷ Tomado de la superintendencia de industria y comercio (SIC)



6.4 DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA:

Para la nueva planta, se propone la adquisición de una mandrinadora adicional con una capacidad entre 2000 y 3000 kg, que cuente con una mesa giratoria y con una columna guía para el apoyo del cilindro. Las máquinas dedicadas a la línea industrial se trasladarán a la nueva planta, por lo cual el benchmarking se hizo para la mandrinadora que se desea adquirir.

6.4.1 Características de las mandrinadoras: Se denomina mandrinadora a una máquina herramienta que se utiliza básicamente para el mecanizado de agujeros de piezas cúbicas cuando es necesario que estos agujeros tengan una tolerancia estrecha y una calidad de mecanizado buena. La necesidad de tener que conseguir estas tolerancias tan estrechas hace que la mandrinadora exija una gran pericia y experiencia a los operarios que la manejan. Básicamente este tipo de máquinas está compuesto por una bancada donde hay una mesa giratoria para fijar las piezas que se van a mecanizar, y una columna vertical por la que se desplaza el cabezal motorizado que hace girar al husillo portaherramientas donde se sujetan las barrinas de mandrinar.

Las mandrinadoras son máquinas que están quedando obsoletas y están siendo sustituidas por modernos Centros de Mecanizado donde es posible mecanizar casi de forma completa una pieza cúbica que lleve distintos tipos de mecanizado y sea mecanizada por varias caras, gracias al almacén de herramientas que llevan incorporados y al software que permite conseguir todos los mecanizados requeridos. El inconveniente es su alto costo, por lo cual como se enunció en el numeral 6.3, se hará la compra de equipo de segunda mano.

6.5 POSIBLES OPCIONES DE MANDRINADORAS:

La investigación de la posible mandrinadora que se desea adquirir se hizo con base en las características descritas en el numeral 6.4. Para esto, se hizo una exhaustiva consulta en diferentes páginas de internet de proveedores de



maquinaria para la industria metalmecánica. Algunas páginas mostraban características limitadas, mientras otras necesitaban el registro por parte de la empresa para poder brindar la información concerniente; debido a esto, solamente se obtuvo la cotización completa (con precio) de las máquinas en tres lugares: Maquinaria Madrid, Mi maquinaria y Mafri Europa. Estas llegaron directamente al correo electrónico después de haberse consultado por las máquinas que cumplían con las características que se requieren para la mandrinadora. Las otras mandrinadoras no incluyen el precio, pero también cumplen con los requisitos que se desean. La tabla 9 muestra la descripción de las posibles mandrinadoras que servirían para el proceso de Industrias Lavco.



Tabla 9. Especificaciones de posibles mandrinadoras

Proveedor	Maquinaria Madrid	Fermat Mach.	Fermat Mach.	Fermat Mach.	Fermat Mach.	Fermat Mach.
Nº Referencia / inventario/modelo	23	81979	101113	101687	83016	91250
Año		1980	1985	1995	1989	1979
Marca	PEGARD	TOS	TOS	TOS	TOS	TOS
Cono del husillo	ISO 50	ISO 50	ISO 50	ISO 50	ISO 50	ISO 40
Mesa simple (mm)	1000 x 630					
X Transversal (mm)	1250	1600	1600	1250	1250	1250
Y Vertical (mm)	800	1120	1120	1120	1120	1120
Z Desplazamiento columna (mm)	630	1250	1250	940	1000	1000
W Desplazamiento brocha (mm)	250	900	900	630	630	680
Gama de velocidades (rpm)	28-2000					
Diámetro husillo (mm)	110	100	100	100	100	90
Peso (Kg)	8.000	14000	14000	13400	13400	12000
Potencia		15 kVA	15 kVA	50 kVA	20 Kw(Motor)	30 kVA
Medidas (mm)	2445 x 3500 x 3400	6710 x 3450 x 3000	6710 x 3450 x 3000	4746 x 3000 x 3340	6130 x 3600 x 2750	4180 x 2300 x 2690
Peso máximo admisible	2.000 Kg.	3000 kg	3000 kg	3000 kg	3000 kg	3000 kg
Max. orientación del husillo (N)						
Max. mandrinado del eje transv. (mm)						
Número de velocidades del husillo						
Viaje de la diapositiva frontal (mm)						
Precio (Sin IVA)	29.100 €					



Proveedor	Mach. China	Mach. China	Mi Maquinaria	Mi Maquinaria	Mi Maquinaria	Mafri Europa
Nº Referencia / inventario/modelo	14702	14704	M55BF	B70	B130	MST- 110
Año						
Marca			MEUSER	NILES	WOTAN	SACEM
Cono del husillo	MT6	Morse No6	MT4	MT5	MT7	ISO 50
Mesa simple (mm)	1320 x 1010	1100 X 960	850 X 650	800 X 1000	1250 X 2000	1600 X 1400
X Transversal (mm)						2000
Y Vertical (mm)						1600
Z Desplazamiento columna (mm)						1500
W Desplazamiento brocha (mm)						1100
Gama de velocidades (rpm)	12 - 950	8 - 1000	50 - 1800	13,4 - 600	1,8 - 1000	5 - 1000
Diámetro husillo (mm)	110	110				110
Peso (Kg)	12500	12500				21500
Potencia		7.5 Kw (Motor)	4 Kw (Motor)	5 HP (Motor)	20 Kw (Motor)	20 Kw (Motor)
Medidas (mm)	4970 x 2330 x 3010	4910 x 2866 x 2750				
Peso máximo admisible	2500 kg	2500 kg				
Max. orientación del husillo (N)	13000	12250				
Max. mandrinado del eje transv. (mm)	550	600				
Número de velocidades del husillo	18	22	16	12	33	18
Viaje de la diapositiva frontal (mm)	160	180				
Precio (Sin IVA)			12.000 usd	9.000 usd	32.000 usd	40.000 €

Fuente: Autores

Figura 25. Opciones de posibles mandrinadoras para la nueva planta

Mandrinadora Ref. 0023



Mandrinadora Ref. 101687



Mandrinadora Ref. 81979



Mandrinadora Ref. 83016



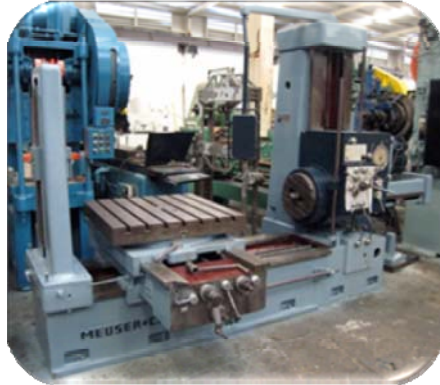
Mandrinadora Ref. 101113



Mandrinadora Ref. 91250



Mandrinadora Ref. M55BF



Mandrinadora Ref. B130



Mandrinadora Ref. B70



Mandrinadora Ref. MST- 110



Fuente: Proveedores consultados

6.6 SELECCIÓN DE LA POSIBLE MANDRINADORA:

Para la selección, se llevó a cabo una reunión con el ingeniero de calidad y con el trabajador experto de la línea industrial, con quienes se llegó a la conclusión que el equipo debería ser lo más reciente posible (además de las especificaciones anteriormente mencionadas), es decir, equipos fabricados desde 1990. Con ese criterio, se pudo evaluar que la gerencia de la empresa podría estar interesada en adquirir la mandrinadora referencia 101687, de marca TOS, suministrada por Fermat Machinery; y que eventualmente (de ser un equipo reciente) la mandrinadora con referencia MST – 110, suministrada por Mafri Europa, podría evaluarse junto con la referencia anterior para poder elegir cuál es la que mejor se ajusta a las necesidades.

7. DISEÑO DE LA NUEVA LÍNEA INDUSTRIAL

7.1 METODOLOGÍA:

El modelo de diseño de planta de la línea industrial para industrias Lavco se ha basado en el método SLP (Systematic Layout Planning), implementado por Richard Muther¹⁸ (1961), quien fue el primero en desarrollar un procedimiento realmente sistemático y que establece una metodología aplicable a la resolución del problema independientemente de su naturaleza, por lo cual se convierte en una herramienta flexible y apta para los diversos factores de la empresa observados anteriormente. Las etapas permiten abarcar todos los niveles que intervienen en el diseño de planta, para finalmente determinar la viabilidad del proyecto con los resultados obtenidos.

¹⁸ Muther, R., Planificación y proyección de la empresa industrial (Método SLP), Editorial Técnicos asociados S.A, Barcelona (España)



7.2 DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:

Cómo se describió en el numeral 2.2, en el diseño y/o distribución de una planta industrial pueden existir cuatro clases de problemas.

- Proyecto de una planta completamente nueva
- Expansión o traslado a una planta ya existente
- Reordenación de una distribución ya existente
- Ajustes menores en distribuciones ya existentes

En el caso de este proyecto, se utilizará la metodología para el proyecto de una planta completamente nueva.

7.2.1 Selección del tipo de distribución a usar: En el numeral 2.5 se explicó que la distribución de planta puede ser de 4 tipos de acuerdo con el proceso productivo de la empresa:

- Por Producto
- Por Proceso
- Por grupo o células de fabricación
- Posición fija

La nueva planta de la línea industrial de Lavco se diseñará teniendo en cuenta el tipo de distribución por proceso, debido a la variedad de referencias que se manejan, la baja o intermitente demanda, el alto costo de la maquinaria y su dificultad de traslado, la alta variabilidad de los tiempos requeridos en las actividades, entre otras razones.



Esta distribución traería ventajas a la nueva planta entre las cuales podrían destacarse:

- Maquinaria con capacidad de ejecutar una gran variedad de operaciones productivas.
- Flexibilidad para cambios en los productos y en el volumen de demanda.
- Existencia de acumulación local de experiencia en el proceso.
- Facilidad de mantener la continuidad de la producción en caso de máquinas o equipos averiados, falta de material u obreros ausentes.

Pero de igual forma tiene desventajas que se deben tener en cuenta en el diseño y buscar la manera de mitigar su impacto en la viabilidad del proyecto, como por ejemplo:

- Existencia de mayores tiempos de producción total y mayores tiempos muertos.
- Altos niveles de inventarios de trabajo en proceso y mayores costos de almacenamiento.
- Manutención costosa.
- Programación compleja.

7.3 LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA:

El diseño y distribución física de la planta está compuesta por cuatro (4) fases:



7.3.1 Ubicación: En esta fase se determino el sitio donde estaría ubicada la nueva planta industrial. En diferentes reuniones establecidas con el ingeniero de calidad, se decidió que aún no se podía decir el sitio exacto donde estaría ubicada la planta, pero si se enumeraron algunos aspectos que se van a tener en cuenta en el momento de la decisión.

- Plan de ordenamiento Territorial
- La mayor cantidad de clientes ubicados en el mismo sitio.
- La política de contratación de las empresas que requieren el servicio
- Ubicación de operaciones con los cilindros que requieren el servicio
- Costos mínimos de transporte y distribución

Entre los aspectos mencionados anteriormente el plan de ordenamiento territorial fue determinante al momento de establecer el espacio disponible, ya que se determinó teniendo en cuenta aproximadamente el área de un local industrial.

7.3.2 Distribución General: La distribución general se hará a través de diez (10) etapas.

1. Datos básicos de entrada
2. Análisis del flujo de materiales
3. Gráfico de relaciones
4. Diagrama de relaciones
5. Necesidades de espacio
6. Espacio Disponible
7. Diagrama de relaciones de espacio
8. Adaptaciones necesarias
9. Evaluación de alternativas



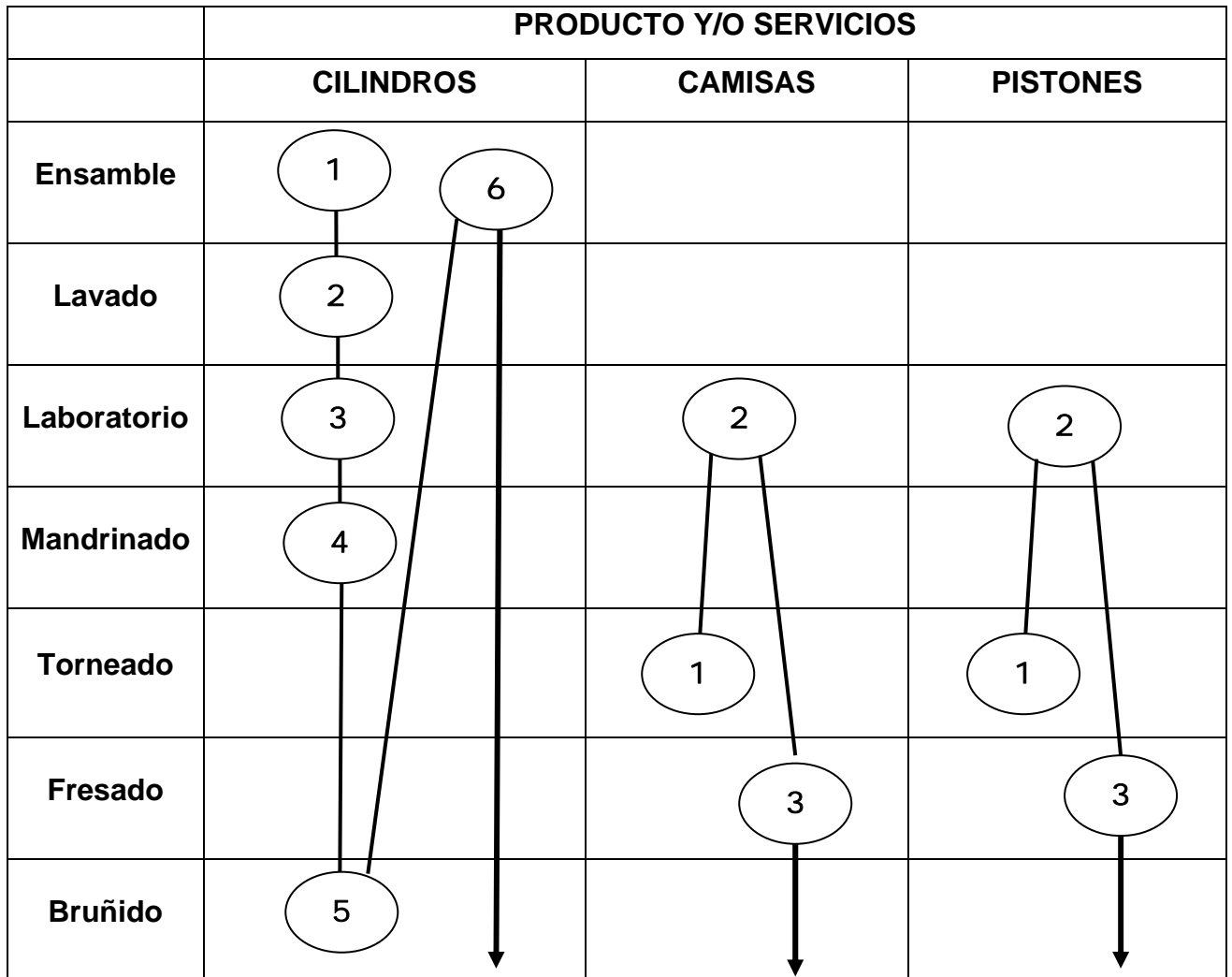
10. Plan de distribución seleccionado

1. Datos Básicos de entrada:

- ✓ Producto: Reparación de cilindros
Fabricación de Camisas grandes
Fabricación de pistones
- ✓ Cantidad: No es un valor estandarizado, presenta fluctuación de acuerdo a las necesidades de cada cliente.
- ✓ Ruta: Esta se describe en el flujo de operaciones teniendo en cuenta que existen actividades u operaciones que se ejecutan en algunos casos y en otros no se realizan, esto depende de la necesidad del servicio y/o cliente.
- ✓ Tiempo: Al no estar estandarizadas las actividades y la variabilidad en el nivel de experiencia, genera que el tiempo no se pueda determinar con exactitud.

- ### 2. Análisis del flujo de materiales: Una vez recopilada la información de los datos iniciales o básicos y posteriormente realizados los análisis correspondientes, se construyó el flujo de materiales.

Tabla 10. Flujo de Materiales de Industrias Lavco Ltda



Fuente: Autores

3. Gráfico de relaciones: El objetivo de realizar el gráfico de relaciones es mostrar la interacción existente entre actividades productivas, medios auxiliares, sistemas de mantenimiento y servicios de planta, en el cual se indican las necesidades de proximidad entre todas las actividades, soportándolas en razones típicas como las siguientes:

- Flujo de material
- Necesidad de contacto personal

- Uso de equipo común
- Uso de registros comunes
- Uso compartido del personal
- Evitar contaminación por ruido y vibración
- Contacto frecuente
- Supervisión de personal
- Servicio urgente
- Reducción de costo de distribución del servicio
- Uso del mismo servicio
- Flujo de papeleo
- Costo de distribución de servicios
- Deseado por la administración

Adicionalmente, se ha definido una escala que permite medir la intensidad de las relaciones que existen entre las diversas actividades, que se describe en la siguiente tabla:

Tabla 11 Definición de escalas para los tipos de intensidades

V	COD	DEFINICIÓN
10	A	Absolutamente necesaria
5	E	Especialmente importante
2	I	Importante
1	O	Ordinaria
0	U	No importante
-10	X	Indeseable

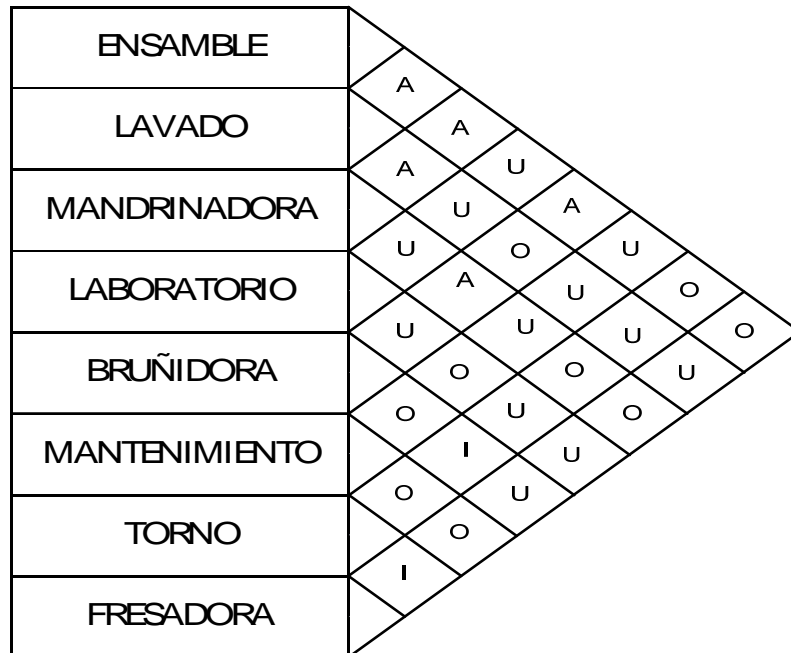
Fuente: Meyers, Fred; Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, 3ra Ed.



Este gráfico es un diagrama de doble entrada en el cual se registran las intensidades de la relaciones por las letras de la escala que se relacionó en la tabla 8. En una casilla se pone la categoría de la intensidad, y en la otra el motivo de ésta, y básicamente se trata de conseguir distribuciones de planta en la que las actividades con el mayor flujo estén lo más cerca posible.

Después del análisis y las constantes visitas realizadas a la planta actual de Industrias Lavco, se realizó un borrador del gráfico de relaciones para usarlo como base en el diseño y distribución de los nuevos centros de trabajo. Posteriormente a las revisiones por el ingeniero de calidad, se definieron cuales serían los centros de trabajo que se diseñarán y las relaciones entre estos, que se muestran en la figura 26. Todas las relaciones se establecieron con base en el flujo del material a través del proceso, ya que no se evidencian restricciones entre los centros de trabajo.

Figura 26. Gráfico de relaciones para los centros de trabajo de la nueva planta



Fuente: Autores



En la siguiente tabla se puede observar otra forma de analizar las intensidades de las interrelaciones de los centros de trabajo

Tabla 12 Tipo de relación entre los centros de trabajo de la nueva planta

C.T	BRUÑIDO	TORNEADO	FRESADO	ENSAMBLE	LAVADO	LAB.	MANT.
MANDRINADO	A (10)	O (1)	O(1)	A (10)	A (10)	U (0)	U (0)
BRUÑIDO		I (2)	U (0)	A (10)	O (1)	U (0)	O (1)
TORNEADO			I (2)	O (1)	U (0)	U (0)	O (1)
FRESADO				O (1)	U (0)	U (0)	O (1)
ENSAMBLE					A (10)	U (0)	U (0)
LAVADO						U (0)	U (0)
LABORATORIO							O (1)

Fuente: Autores

4. Diagrama de relaciones: Este esquema muestra la relación entre las actividades o centros de trabajo a través de la combinación entre el flujo de materiales y el gráfico de relaciones, donde cada centro se representa por un símbolo y estos se unen mediante líneas (de acuerdo a la relación que existe) según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13. Representación de los tipos de interacción para el diagrama de relaciones

COD	REPRESENTACIÓN
A	



COD	REPRESENTACIÓN
E	≡
I	==
O	—
U	
X	- - - - .

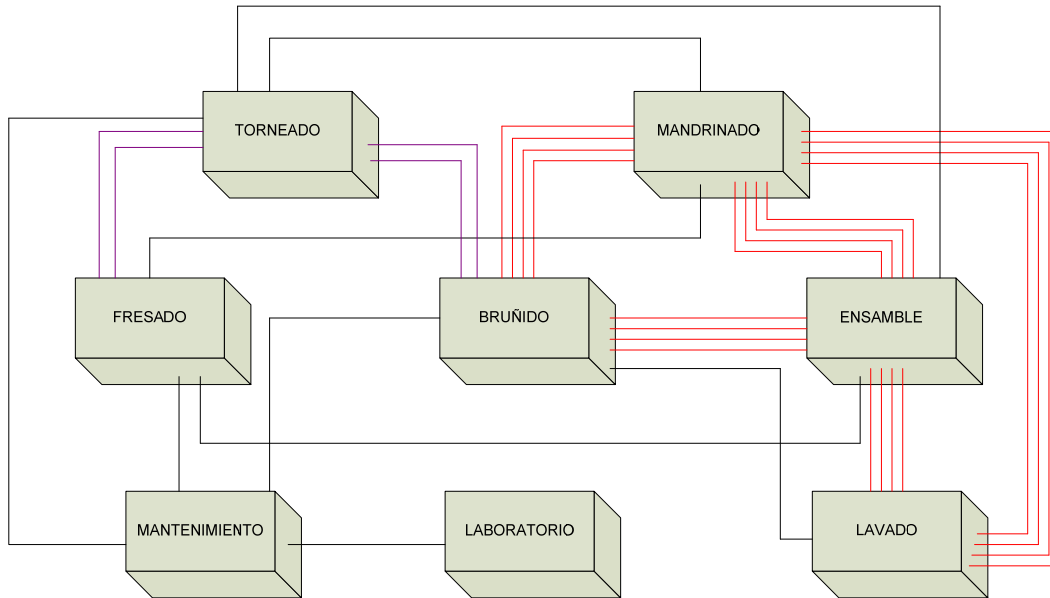
Fuente: Meyers, Fred; Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, 3ra Ed.

Se procede a construirlo comenzando por las relaciones más importantes, y continuando en forma descendente con las que le siguen, hasta que todas estén incluidas. En este punto comienza a tomar importancia la posición relativa en el espacio del conjunto de los centros de trabajo, de tal manera que se pueda visualizar la ubicación de los elementos de la nueva planta.

Se establecen dos propuestas para la distribución final de la planta, las cuales serán presentadas a la gerencia de Industrias Lavco Ltda. con el fin de evaluar las ventajas y desventajas (ver numeral 9).

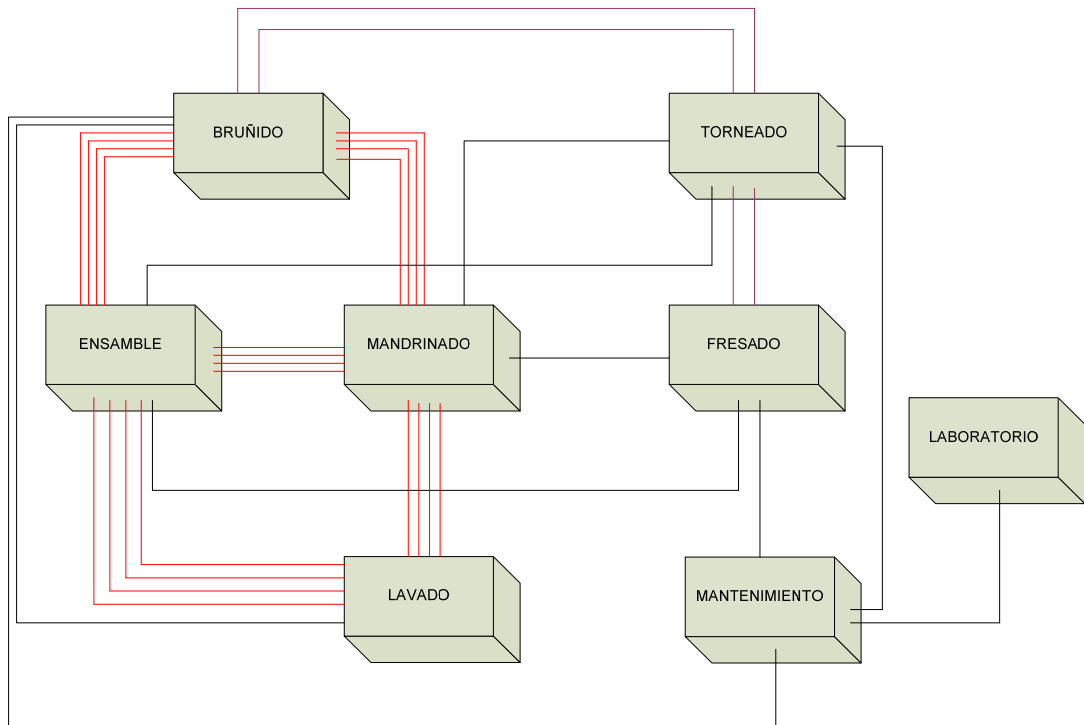
Los diagramas de relaciones se revisaron, verificaron y aprobaron con el ingeniero de calidad en compañía del trabajador de mayor experiencia en la línea industrial y son los que se muestran a continuación:

Figura 27. Diagrama de relaciones propuesta 1



Fuente: Autores

Figura 28. Diagrama de relaciones propuesta 2



Fuente: Autores



No se evidencian necesidades de relación tipo X, lo que hace aún más flexibles las propuestas de diseño que se presentaron a la gerencia.

5. Necesidad del Espacio: Como se mencionó anteriormente, existen diferentes maneras de determinar la superficie necesaria para cada centro de actividad, entre los que se encuentran:

- a) Cálculo: Cantidad de espacio requerido por máquinas, pasillos, operarios, materiales, etc.
- b) Conversión: Espacio actual de las máquinas y ajustar para hacerlo eficiente y luego convertir mediante un factor o coeficiente.
- c) Borrador de Distribución: Borrador del esquema de distribución detallado y a escala, de modo que se indiquen los espacios necesarios aproximados para evaluar según las necesidades.
- d) Espacios tipos: Cuándo existen ciertos tipos de áreas que se repiten, determinar el tipo de espacio que necesitan.
- e) Tendencias de Ratios y Proyección: Tendencia de un ratio en relación con el tiempo, la cual puede ser extrapolada al futuro.

Teniendo en cuenta la información anterior, las condiciones actuales de la empresa y la información disponible, se determinó el espacio que requiere la nueva planta de la línea industrial de Industrias Lavco por el método del Borrador de Distribución. Cabe aclarar que el ajuste de las necesidades a los espacios disponibles es un proceso de continuos acuerdos y correcciones, y que por lo tanto estos pueden ser modificados según la empresa lo requiera antes o después de la propuesta del diseño. Además de esto, no hay restricciones de espacio para el diseño actual, por lo cual el borrador se ajusta perfectamente debido a la flexibilidad.

En el diseño de la planta no se debe olvidar asignar espacio para las actividades de apoyo y por ello es conveniente tener en cuenta los siguientes lugares:

- Oficinas Administrativas



- Recepción
- Portería
- Pasillos
- Zona de MP, PP y PT
- Almacén de herramientas y de mantenimiento
- Inspección y control de calidad
- Embalaje
- Baños
- Lockers
- Planta eléctrica
- Cafetería
- Subestación

Para la nueva planta se decidió que no habría bodega de MP y de PT, ya que sería un espacio desperdiciado teniendo en cuenta que la estrategia a utilizar es que los productos que se van terminando se van entregando al cliente, por lo cual solo se demarcará un área asignada para ubicarlos provisionalmente.

Para determinar el espacio requerido para cada centro de trabajo, se tiene establecida la siguiente fórmula:

Espacio total = Área de la máquina + área para operario + área para producto

En el diseño de la nueva planta se tiene en cuenta que cada máquina tiene la capacidad de procesar una (1) unidad y a causa de las dimensiones de los cilindros, pistones y las camisas, éstos son ubicados en cada máquina en el momento que se va realizar la operación. De acuerdo a esto, el área para cada centro se definirá como el área de la máquina más el área para el desplazamiento del operario.

6. Espacio Disponible: Las necesidades de espacio están limitadas por el espacio disponible con el que se cuenta cuando se está diseñando una nueva planta.



En el caso de la línea industrial de Industrias Lavco no se contaba con esta restricción ya que no se tenía establecido el lugar específico donde se va a ubicar, pero si es necesario tener en cuenta algunas características para su diseño. Entre las que se tienen en cuenta son las dimensiones de locales industriales, el plan de ordenamiento territorial, costos y flexibilidad.

Para la línea industrial se presentan dos propuestas para la evaluación de ventajas y desventajas. Con cada una de ellas se le aplicarán las siguientes etapas, con lo cual permitirá a la Gerencia tomar la decisión más acertada. A continuación se muestra la descripción del espacio disponible a cada una de las propuestas.

En las propuestas de diseño de la nueva planta, además de los principios básicos de la distribución de planta (ver numeral 2.4), se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Criterio de adyacencias.
- Normas técnicas de seguridad industrial (NTC 2400).
- Fundamentos de ergonomía.
- Normas de señalización y demarcación de áreas¹⁹.

Además de la definición de las áreas de los centros de trabajo para las dos propuestas de diseño de la nueva planta, también se tuvieron en cuenta los siguientes espacios que son importantes para la completa funcionalidad de ésta:

- Portería.
- Oficinas administrativas.
- Cafetería.
- Baños y lockers para operarios.
- Baños para áreas administrativas.

¹⁹ GARAVITO, Edwin, Documento técnico señalización y demarcación , UIS, recurso electrónico de la materia Diseño de plantas, disponible en Torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/index.html (Recurso consultado en Octubre/2010)



- Demarcación para el área de PP y PT.
- Planta eléctrica

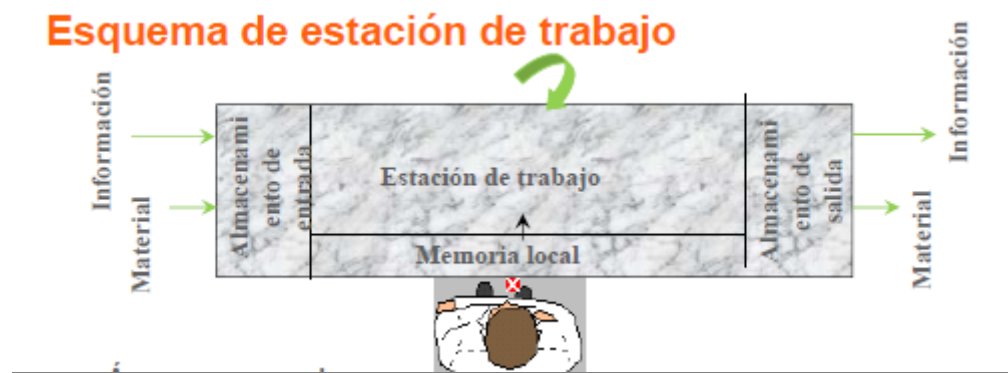
a) Primera Propuesta de Diseño

La propuesta 1 tiene en total 19 espacios definidos, 8 centros de trabajo y 11 áreas auxiliares (Ver anexo 6). En los centros de trabajo con máquinas, se ha definido un área lateral y frontal de 60 cm X 60 cm para el desplazamiento del operario. A continuación, se describirá cada espacio.

1. *Ensamble*: Este C.T tendrá un área total de 12 m X 5 m = 60 m², en este centro de trabajo se realizarán las actividades de descargue de cilindros, remoción de tornillos, enfriamiento de camisas, calentamiento de cilindros, ensamble, inspecciones. El horno servirá para realizar de manera uniforme el calentamiento de los cilindros, éste tendrá un sistema de rodillos y tendrá una capacidad de 2500 kg. Adicionalmente se contará con estantería de aluminio para la ubicación de herramienta, insumos y habrán tres recipientes redondos (90 cm, 60 cm y 40 cm) en los cuales se hará la actividad de enfriamiento de camisas para el ensamble.

De igual manera se considera la estructura de definición de estación de trabajo, en la cual se definen todos los elementos de espacio estático, dinámico, espacio para el operario y los materiales, fuentes de energía requeridas, entradas y salidas (materiales e información), basada en la propuesta de la figura 29.

Figura 29. Esquema para la distribución detallada

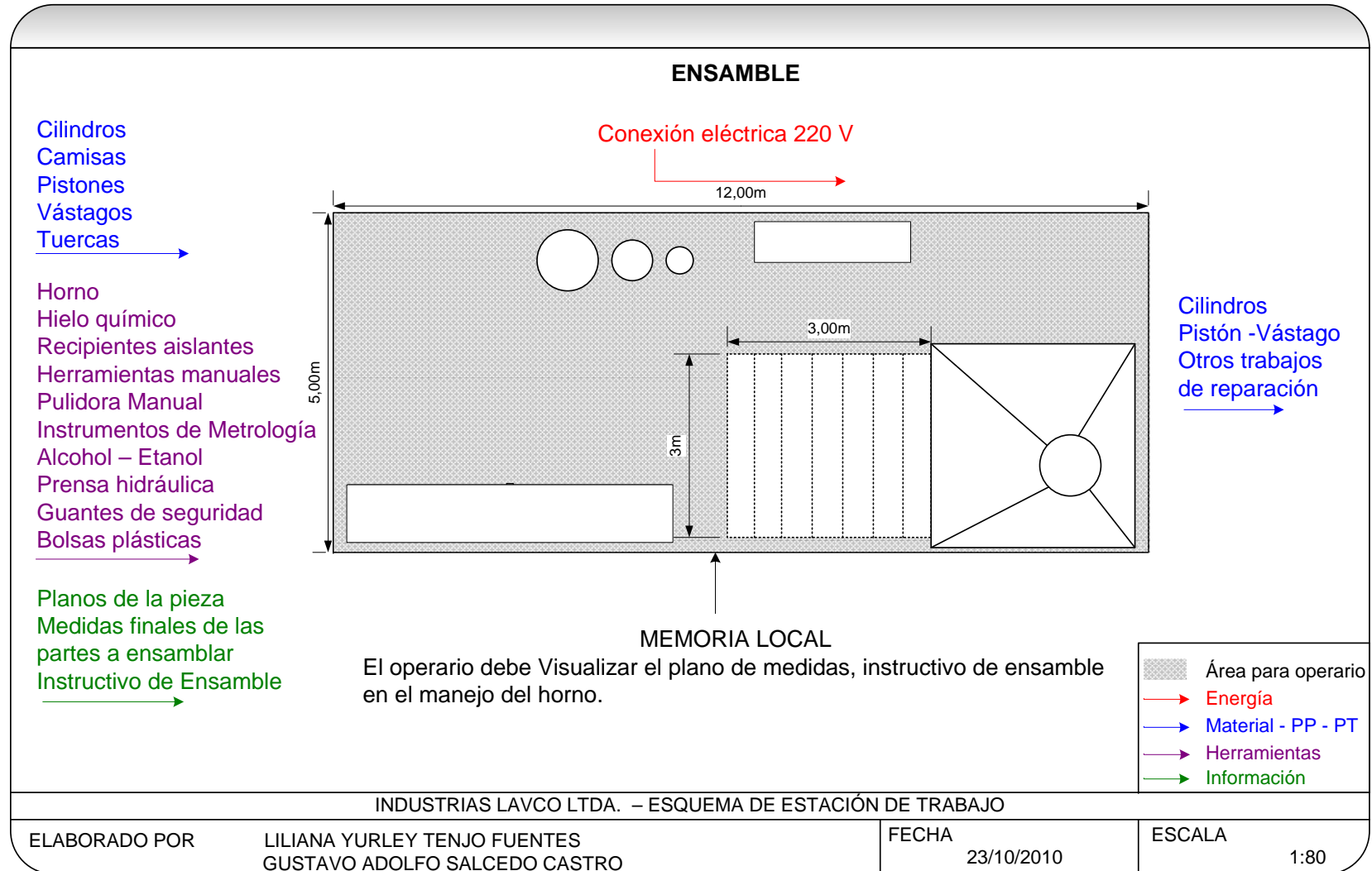


Fuente: Diapositivas del curso “Diseño de plantas”, disponibles en http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/p3_Plantas.pdf

- Flujo de materiales: Describe cuál será el movimiento de los materiales dentro de cada área.
- Necesidades de espacio: Es el espacio requerido para cada unidad específica de maquinaria y equipo y su inmediata área de servicio.
- Relaciones de actividad: Son las relaciones de los equipos dentro de cada área

La plantilla de la figura 30 muestra la configuración del C.T de ensamble a manera de ejemplo; para observar todas las definiciones de los centros de trabajo para las propuestas de diseño observar el anexo 5.

Figura 30. Plantilla del C.T Ensamble

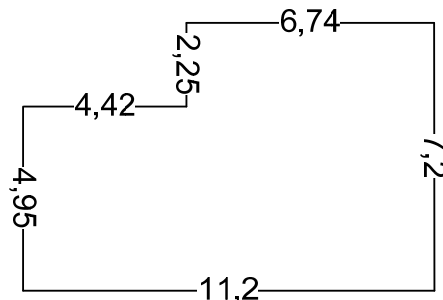


Fuente: Autores

2. *Mandrinado*: El C.T de mandrinado tendrá un área rectangular total de $(6,43 \text{ m} \times 2,80 \text{ m}) + (4,90 \text{ m} \times 4,30) = 39,07 \text{ m}^2$, en el cual estarán ubicadas dos mandrinadoras, una de las cuales sería de las medidas aproximadas de la que desea adquirir la empresa (ver numeral 6.6).
3. *Bruñido*: La nueva planta contará con una bruñidora vertical, debido a las ventajas que esta ofrece para las operaciones que se requieren. Actualmente se cuenta con una bruñidora vertical que no está en marcha, pero se tiene como proyecto la reparación para ponerla en funcionamiento, aunque se cuenta con la opción de la adquisición de una bruñidora con las características que se requieren. El C.T tendrá un área de $3,10 \text{ m} \times 3,6 \text{ m} = 11,16 \text{ m}^2$.
4. *Torneado*: En esta área estarán ubicados los dos tornos que están actualmente en la línea industrial de Lavco (tornos paralelos M043 y M050), los cuales se van a utilizar para el mecanizado de camisas y pistones para motores grandes y adicionalmente se contará con el torno pequeño (torno X011) el cual se harán actividades de mecanizado de vástagos y pistones pequeños y también para operaciones de mantenimiento que se requieran.

La figura del área conformada para el torneado se muestra a continuación.

Figura 31. Área del C.T de torneado propuesta 2



Escala: 1:150

Fuente: Autores



Calculando el área total, se tiene:

$$A.T CT TORNEADO_1 = 6,74 \times 7,2 + 4,42 \times 2,55 = 68,2 \text{ m}^2$$

5. *Fresado*: La fresadora actual se trasladará a la nueva planta, y el C.T tendrá un área de $2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$
6. *Laboratorio*: El laboratorio contará con un computador, su escritorio, una mesa esquinera para la toma de metrología, y un compartimiento para guardar los instrumentos de medida. Adicionalmente, estará dotado de un tablero que contendrá los fichos para el préstamo del material, y un tablero acrílico para la toma de notas e información importante.
Su área será de $4,85 \text{ m} \times 4,85 \text{ m} = 23,52 \text{ m}^2$
7. *Lavado*: El área de lavado estará compuesta por los siguientes elementos:
 - Sifón para el lavado
 - Una mesa para el lavado de vástagos y pistones
 - Zona de fosfatado de camisas
 - Tanque para la potasa
8. *Mantenimiento*: Esta área es de $2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$, estará limitada con paneles de aceros, los cuales permiten proteger al personal de las actividades de soldadura y demás actividades que se realicen. En este centro de trabajo se tendrán las herramientas que se requieren para los mantenimiento, pero las actividades se realizan en cada una de las máquinas.
9. *Subestación eléctrica*: La subestación alimentará de energía eléctrica a toda la empresa, y su área total será de $4,92 \text{ m} \times 4,30 \text{ m} = 21,16 \text{ m}^2$.



10. *Planta eléctrica:* Será utilizada para los casos en los que haya déficit en la generación de energía eléctrica, tendrá una capacidad de 250 Kw y su área será de 3,92 m X 3,06 m = 12 m².
11. *Portería:* Tendrá un área de 3,94 m X 3,05 m para un total de 12,01 m². Contará con una silla, escritorio, línea telefónica que comunicará con todas las dependencias y un archivador.
12. *Recepción:* La nueva planta contará con una oficina de recepción de documentos, llamadas telefónicas, entrada de productos, materia prima y recibimiento de visitantes. Adicionalmente será el primer contacto de clientes, proveedores y entidades gubernamentales y privadas. Tendrá un área de 2 m X 4,2 m = 8,2 m²
13. *Oficinas administrativas:* Estarán ubicados cuatro cubículos (Departamento comercial, contabilidad, compras y gestión humana).
Todas las oficinas contarán con su mobiliario básico (escritorio, sillas y computador) y un dispensador general de agua y café. El pasillo entre las oficinas mide 1,7 m, y comunicarán al fondo con los baños del área administrativa.
El área total de las oficinas será de 5,72 m X 6,91 m = 39,52 m².
14. *Oficina de la Gerencia:* Se contará con una oficina para la Gerencia de la planta con un área cuadrada de 13,10 m², estará dotada del mobiliario necesario para el correcto funcionamiento y adicionalmente tendrá baño privado.



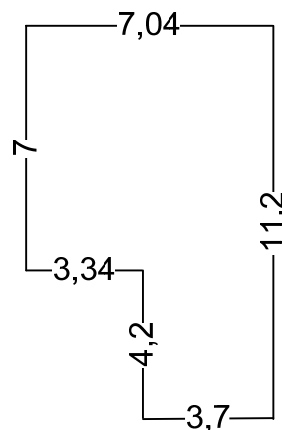
15. *Oficina del jefe de producción:* Esta oficina estará frente a la planta, lo que generaría una panorámica directa y clara de ésta. El área de la oficina será de $3,42 \text{ m} \times 2,52 \text{ m} = 8,61 \text{ m}^2$
16. *Baños para áreas administrativas:* Para el área administrativa, habrán dos baños, separados por sexo, cada uno contará con lavamanos y tres servicios sanitarios, de los cuales uno será exclusivo para personas con discapacidad. El área de estos baños será de $5,23 \text{ m} \times 2,72 \text{ m} = 14,22 \text{ m}^2$.
17. *Baños para operarios:* Los operarios contarán con un área para el baño de 20 m^2 en el cual están ubicados dos sanitarios y tres duchas. Adicionalmente contará con 4 lavamanos.
18. *Lockers para operarios:* Las medidas del área de los lockers serán de $3,62 \text{ m} \times 3,96 \text{ m} = 14,33 \text{ m}^2$ el cual tendrá dos estantes con 10 lockers cada uno, para uso de almacenamiento de los objetos personales de los operarios.
19. *Cafetería:* Habrá una cafetería y tres mesas para los alimentación de los operarios. El área total es de $30,16 \text{ m}^2$. Este espacio contará con el área de lavaplatos, estufa industrial, mesón, vitrinas y el comedor dispondrá de tres mesas y 12 sillas.

b) Segunda Propuesta de Diseño

La propuesta 2 tiene en total 18 espacios definidos, 8 centros de trabajo y 10 áreas auxiliares (Ver anexo 7). En los centros de trabajo con máquinas, se ha definido un área lateral y frontal de $60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ para el desplazamiento del operario. A continuación, se describirá cada espacio.

1. *Ensamble*: Este C.T tiene un área total de $12 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 60 \text{ m}^2$, y en él se harán las tareas de enfriamiento de las camisas junto al calentamiento de los cilindros para su posterior ensamble. El horno servirá para realizar de manera uniforme el calentamiento de los cilindros, este tendrá un sistema de rodillos, y tendrá una capacidad de 2500 kg. Se hará la ubicación de una estantería para los insumos y herramientas necesarios para el ensamble de los cilindros con tres recipientes para la ayuda al enfriamiento de las camisas.
2. *Mandrinado*: El C.T de mandrinado contará con un área rectangular total del $12,4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 31 \text{ m}^2$, y cuenta con dos mandrinadoras, una de las cuales sería de las medidas aproximadas de la mandrinadora que desea adquirir la empresa (ver numeral 6.6).
3. *Torneado*: Para el C.T de torneado, se contará con las mismas máquinas que existen en la línea industrial de la empresa actualmente: Los dos tornos grandes (tornos paralelos M043 y M050) que sirven para el mecanizado de camisas para grandes motores, y el torno pequeño (torno X011) para el mecanizado de vástagos y pistones. La figura del área conformada para el torneado se muestra a continuación.

Figura 32. Área del C.T de torneado propuesta 2



Escala: 1:150

Fuente: Autores



Calculando el área total, se tiene:

$$A.T \text{ CT TORNEADO}_2 = 7,04 \times 7 + 3,7 \times 4,2 = 64,82 \text{ m}^2$$

4. *Fresado*: La fresadora actual se trasladará a la nueva planta, y el C.T tendrá un área de $2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$
5. *Laboratorio*: El laboratorio contará con un computador, su escritorio, una mesa esquinera para la toma de metrología, y un compartimiento para guardar los instrumentos de medida. Adicionalmente, estará dotado de un tablero que contendrá los fichos para el préstamo del material, y un tablero acrílico para la toma de notas e información importante.
Su área será de $4,85 \text{ m} \times 4,85 \text{ m} = 23,52 \text{ m}^2$
6. *Mantenimiento*: Esta área será de $2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$, y estará limitada con paneles de acero, los cuales permitirán proteger al personal de las actividades de soldadura y demás actividades que se realicen. En este centro de trabajo se tendrán las herramientas que se requieren para el mantenimiento general de las máquinas, pero las actividades se realizarán en cada una de las máquinas.
7. *Bruñido*: En principio, se piensa usar la bruñidora que se tiene actualmente en la planta; sin embargo, existe un proyecto inconcluso para la restauración de una bruñidora vertical que existe en la empresa. Debido a esto, se ha dejado un espacio libre alrededor del nuevo C.T de bruñido, ya sea para que se sustituya la actual bruñidora, o para que se añada una más al proceso. Por el momento, el C.T de bruñido tendría un área de $3,10 \text{ m} \times 3,6 \text{ m} = 11,16 \text{ m}^2$.
8. *Lavado*: El área de lavado está compuesta por los siguientes elementos:
 - Sifón para el lavado



- Una mesa para el lavado de vástagos y pistones
- Zona de fosfatado de camisas
- Tanque para la potasa

La zona de lavado se ubicará contra la pared, con el fin de evitar que haya salpicaduras en otros C.T o a los operarios en general.

El área total del C.T será de $8 \text{ m} \times 3,6 \text{ m} = 28,8 \text{ m}^2$

9. *Zona de PP y PT:* Esta área se encuentra anexa al C.T de lavado, y se encuentra demarcada según lo establece la resolución 2400/79²⁰.

Dependiendo de las necesidades de espacio que se vayan presentando, el área libre entre mantenimiento y la pared eventualmente podría ser considerada también un área de PP y PT.

Esta zona tendrá un área de $5,70 \text{ m} \times 1,65 \text{ m} = 9,4 \text{ m}^2$

10. *Oficinas administrativas:* Las oficinas de la empresa contarán con dos puertas exteriores, una para comunicarla con la planta y otra para comunicarla con el exterior de esta. En ella se ubicará toda la parte de apoyo al proceso productivo. Hay dos oficinas privadas, la del gerente regional y la del jefe de producción. La oficina de gerencia contará con su baño privado, un T.V con circuito cerrado para la vigilancia general de la planta y un tablero para notas (al igual que la oficina del jefe de producción). Enfrente de ellas estará la recepción, amoblada con dos sofás, y se comunicará con las otras oficinas por una puerta de abertura, que estarán separadas por módulos.

Las oficinas que estarán en la siguiente sala son:

- Departamento de compras
- Departamento comercial
- Departamento de contabilidad
- Gestión humana

²⁰ Resolución 2400 de 1979, título V, capítulo I, artículo 203, literal b; Ministerio de trabajo y seguridad social.



Todas las oficinas contarán con su mobiliario básico (escritorio, sillas y computador) y un dispensador general de agua y café. El pasillo entre las oficinas mide 1,5 m, y comunican al fondo con los baños del área administrativa.

El área total de las oficinas será de $10,10 \text{ m} \times 6,91 \text{ m} = 69,79 \text{ m}^2$.

11. *Baños para áreas administrativas:* Para el área administrativa habrán dos baños, separados por sexo, cada uno contará con lavamanos y dos servicios sanitarios, de los cuales uno será exclusivo para personas con discapacidad. El área para estos baños será de $6,91 \text{ m} \times 2,64 \text{ m} = 18,24 \text{ m}^2$.

12. *Baños para operarios:* Para los baños, la resolución 2400 expresa textualmente: “Todos los establecimientos de trabajo, deben tener o instalar un inodoro, un lavamanos, un orinal y una ducha, en proporción de uno (1) por cada quince (15) trabajadores, separados por sexos, y dotados de todos los elementos indispensables para su servicio, consistentes en papel higiénico, recipientes de recolección, toallas de papel, jabón, desinfectantes y desodorantes”²¹. En el caso de la nueva planta de Industrias Lavco, habría un solo baño para operarios dado que lo que se desean contratar son operarios de sexo masculino (en el caso de haber operarias, podrían asistir a los baños del área administrativa). Estos baños tendrían dos servicios sanitarios, 2 duchas, y un servicio lavamanos colectivo con 4 grifos. Los inodoros tendrán una anchura de 80 cm, y el lavamanos colectivo una anchura de 2 m. Tendrá una ventana para la ventilación forzada, y en lo posible una iluminación de mínimo 300 lux. Los cuartos de las duchas tendrán una anchura de 1 m cada uno, y un largo de 1,60 m, y tendrán un toallero y una jabonera. El área total de los baños será de $4,26 \text{ m} \times 3,38 \text{ m} = 14,37 \text{ m}^2$.

²¹ Resolución 2400 de 1979, título II, capítulo II, artículo 17; Ministerio de trabajo y seguridad social.



13. *Lockers y vestidores para operarios:* En el caso de los lockers y vestidores, la resolución 2400 expresa: “Los establecimientos de trabajo con ocupaciones en las cuales haya exposición excesiva a polvo, suciedad, calor, humedad, humos, vapores, etc., deben tener salones especiales destinados a facilitar el cambio de ropas de los trabajadores, separados por sexos, y se mantendrán en perfectas condiciones de limpieza y protegidos convenientemente contra insectos y roedores. Estas salas o cuartos deben estar constituidos por casilleros individuales (lockers metálicos), para guardar la ropa “. Para este propósito, se destinarán 3 juegos de lockers metálicos, cada juego con capacidad para 6 compartimientos (3 arriba y 3 abajo), para un total de 18 lockers. Habrán dos percheros para colgar la ropa y los utensilios, y se ubicaran dos bancas para que los operarios puedan sentarse para cambiarse; esta zona será contigua a los baños para operarios.

El área de la zona de lockers y vestidores será de $3,03 \text{ m} \times 4,12 \text{ m} = 12,48 \text{ m}^2$.

14. *Zona libre:* Esta área se deja incluida con el fin de que la empresa, en caso de querer expandirse, tenga flexibilidad para la reacomodación de los espacios de los que requiera disponer.
15. *Cafetería:* La resolución 2400 expresa: “En los establecimientos de trabajo, los comedores, casinos, se deberán ubicar fuera de los lugares de trabajo, y separados de otros locales, y de focos insalubres o molestos”. La cafetería estará dotada de todo el mobiliario necesario para el almacenamiento y despacho de comidas para los trabajadores; tendrá una estufa, un fregadero doble, un refrigerador y estantes para la exhibición de alimentos. Anexa a ella estará un comedor y dos bancas para el descanso y la comida; tendrá dos ventanas, una enfrente del comedor, y otra enfrente de la puerta de acceso principal.



El área total de la cafetería más el comedor será de $10,81\text{m} \times 5,12\text{ m} = 55,35\text{ m}^2$.

16. *Portería*: Tendrá un área de $3,94\text{ m} \times 3,05\text{ m}$ para un total de $12,01\text{ m}^2$. Contará con una silla, escritorio, línea telefónica que comunica con todas las dependencias y un archivador.

17. *Planta eléctrica*: Será utilizada para los casos en los que haya déficit en la generación de energía eléctrica, tendrá una capacidad de 250 Kw y su área será de $3,20\text{ m} \times 3,55\text{ m} = 11,36\text{ m}^2$.

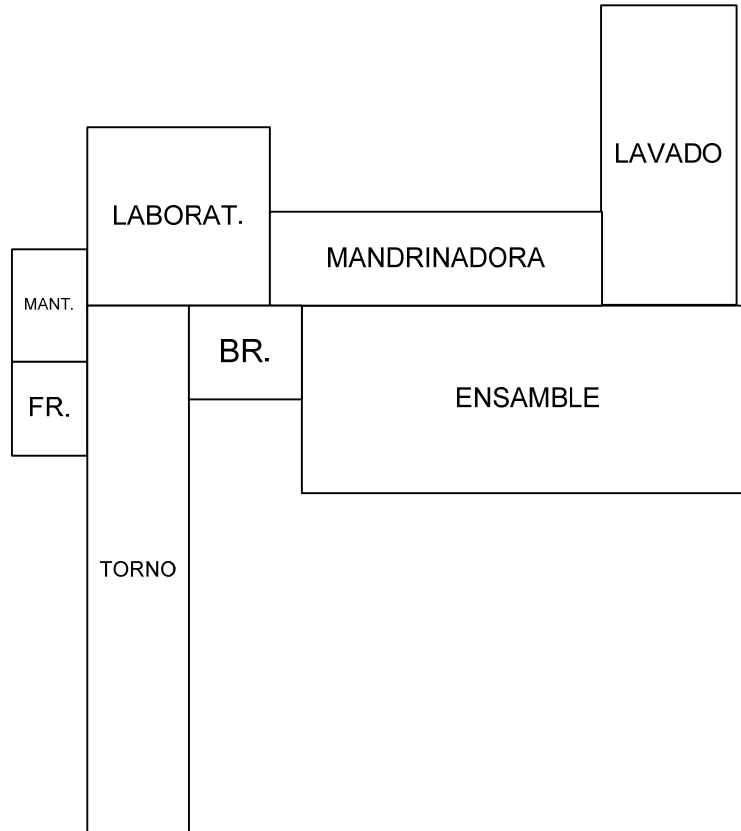
18. *Subestación eléctrica*: La subestación alimentará de energía eléctrica a toda la empresa, y su área total será de $3,00\text{ m} \times 4,38\text{ m} = 13,14\text{ m}^2$.

7. Diagrama Relaciones de Espacio: Se realizó el diagrama de relación de espacios teniendo como base el diagrama de relaciones de actividad, en el cual se ubicaron de la forma más cercana posible aquellos centros de trabajo con relaciones A, E, I. Luego, se buscó el centro de trabajo que presentaba el mayor número de relaciones con los otros, dando como resultado el C.T. de mandrinado. Posteriormente se realizaron a escala las áreas que tendrían los centros de trabajo, de manera que se pudiera evaluar la propuesta con base en el criterio de adyacencias.

A continuación, se muestra el resultado final del diagrama de relación de espacios para las propuestas. Las casillas marcadas en amarillo son las relaciones que se cumplen, las que se marcan en rojo son las que no se cumplen y las que están sin resaltar no interesan.

Primera Propuesta de Diseño

Figura 33. Diagrama de relación de espacios para la propuesta 1



Escala: 1:200

Fuente: Autores

De acuerdo a la figura 33, se hace la evaluación correspondiente de esta manera.



Tabla 14. Relaciones entre los C.T de la propuesta 1

C.T	BRUÑIDO	TORNEADO	FRESADO	ENSAMBLE	LAVADO	LAB.	MANT.
MANDRINADO	A (10)	O (1)	O(1)	A (10)	A (10)	U (0)	U (0)
BRUÑIDO		I (2)	U (0)	A (10)	O (1)	U (0)	O (1)
TORNEADO			I (2)	O (1)	U (0)	U (0)	O (1)
FRESADO				O (1)	U (0)	U (0)	O (1)
ENSAMBLE					A (10)	U (0)	U (0)
LAVADO						U (0)	U (0)
LAB.							O (1)

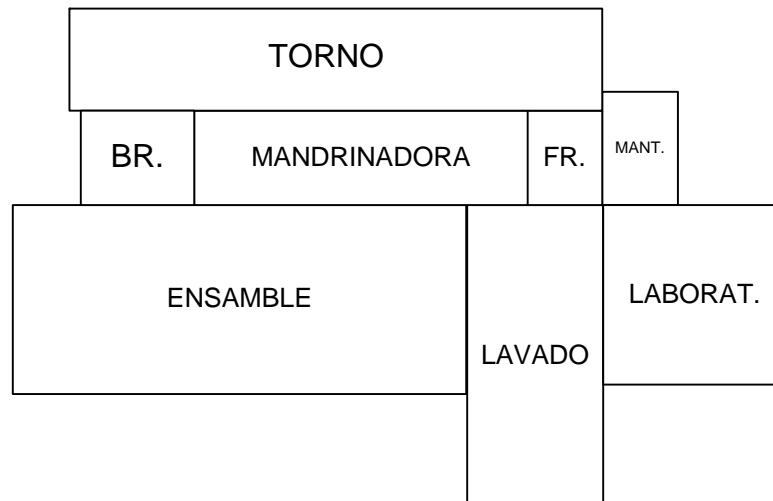
Fuente: Autores

La calificación de adyacencias se obtiene del cociente entre la sumatoria de los puntajes de las adyacencias cumplidas, sobre la sumatoria de los puntajes de las adyacencias posibles; de esta forma, la calificación para el diagrama de relaciones de espacio de la propuesta 1 es:

$$\text{Calificación} = 57/63 = 0,92 = 92\%$$

Segunda Propuesta de Diseño

Figura 34. Diagrama de relación de espacios para la propuesta 2



Escala: 1:200

Fuente: Autores

De acuerdo a la figura 34, se hace la evaluación correspondiente de esta manera.

Tabla 15. Relaciones entre los C.T de la propuesta 2

C.T	BRUÑIDO	TORNEADO	FRESADO	ENSAMBLE	LAVADO	LAB.	MANT.
MANDRINADO	A (10)	O (1)	O(1)	A (10)	A (10)	U (0)	U (0)
BRUÑIDO		I (2)	U (0)	A (10)	O (1)	U (0)	O (1)
TORNEADO			I (2)	O (1)	U (0)	U (0)	O (1)
FRESADO				O (1)	U (0)	U (0)	O (1)
ENSAMBLE					A (10)	U (0)	U (0)
LAVADO						U (0)	U (0)
LABORATORIO							O (1)

Fuente: Autores

La calificación para el diagrama de relaciones de espacio de la propuesta 2 es:

$$\text{Calificación} = 59/63 = 0,9365 = 93,7 \%$$

Es decir, el diagrama de relación de espacios de la propuesta 1 cumple con el 92% de todas las adyacencias posibles, y el diagrama de la propuesta 2 cumple con el 93,7% de adyacencias posibles, con base en el diagrama de relaciones de las figuras 21 y 22 respectivamente.

- Adaptaciones necesarias: Aún cuando se apliquen las más novedosas técnicas de distribución, la distribución final normalmente requerirá de ajustes imprescindibles basados en el sentido común y en el juicio del diseñador de la planta, de acuerdo a las características específicas del proceso productivo que tendrá lugar en la planta que se proyecta. No es extraño que a pesar del apoyo encontrado en el software disponible en la actualidad, se sigan utilizando las técnicas tradicionales y propias de la distribución en la mayoría de las ocasiones. Por esta razón, aunque existen

algoritmos que realizan distribuciones de planta automáticamente (como CRAFT), se ha optado por realizar la distribución por el método mostrado en el numeral 7 debido a que es más intuitivo y permite de cierta forma la flexibilidad en el diseño. El objetivo de las adaptaciones es precisamente obtener un orden de actividades que permita obtener la combinación más práctica, teniendo en cuenta consideraciones y limitaciones; ambos ítems fueron explicados (y aplicados), teniendo en cuenta las consideraciones ergonómicas, de seguridad industrial, etc., y limitaciones que en este caso no aplicaban ya que la planta se piensa construir en un terreno acorde a la propuesta a implementar por la gerencia de la empresa, es decir sin restricciones de tipo espacial (pero manteniendo coherencia con los costos implicados).

9. Evaluación de alternativas: Las dos propuestas que se plantearon a la gerencia pasaron por este proceso de evaluación y para este fin existen 3 tipos de criterios:

- Comparación de ventajas y desventajas: Se analizan los “pro” y los “contra” de cada una de las propuestas.
- Análisis por factores: Este método selecciona factores con base en los cuales se tomará la decisión y a cada uno se le da un valor ponderado de acuerdo a su importancia (100, 80, 50, etc.). Las alternativas son valoradas de acuerdo a los criterios establecidos y se hace una comparación numérica con el fin de seleccionar aquella que tenga una mayor ponderación de factores.

Algunos de los criterios pueden ser facilidad de expansión, flexibilidad, eficacia en la manipulación de materiales, utilización del espacio, seguridad, condiciones de trabajo, aspecto físico, utilización de los equipos, facilidad de supervisión y control, inversión y costo de funcionamiento.



- Comparación de costos: Entre otros, algunos costos a considerar son:
 - Costos de instalación :
 - Costo inicial de nuevos equipos
 - Costos adicionales
 - Costos de depreciación y obsolescencia
 - Costos de funcionamiento:
 - Material
 - Mano de obra
 - Cargas y gastos generales

Los tres tipos de evaluación se pueden usar independientemente o como combinación, con el fin de elegir cual es aquella distribución que se ajusta a las necesidades de la empresa, en el numeral 9 se explicarán estos factores a la gerencia de la empresa.

10. Plan de distribución seleccionado: Como se dijo anteriormente, corresponde a la gerencia de Industrias Lavco elegir el plan de distribución que se implementará.

7.3.3 Distribución detallada:

Esta distribución hace referencia a la ubicación de cada pieza, máquina, equipo, alimentación eléctrica, zona para el operario, y todo lo que implica ordenar para cada centro de trabajo los respectivos elementos necesarios para su funcionalidad.

Así como en la fase 2 (numeral 7.3.2), se usa el SLP para determinar la ubicación de los elementos específicos que irán en cada C.T, realizando algunos ajustes



En el anexo 5 se encuentran las plantillas para todos los centros de trabajo de las propuestas.

7.3.4 Instalación:

Después de haber pasado por las fases anteriores, se llega a la última etapa, la cual es seleccionar la propuesta y llevarla a cabo. La información necesaria para la implantación de la distribución seleccionada comprendería:

- Nueva maquinaria y equipos a instalar o del equipo actual que sería trasladado a la nueva planta.
- El plano correspondiente a la propuesta seleccionada, explicando los detalles de los nuevos emplazamientos.
- Una ruta de movimientos

Este proyecto no tiene dentro de su alcance llegar a la instalación de la propuesta seleccionada, sin embargo, sí se plantea hacer una validación de las propuestas presentadas a la gerencia, por lo cual se hará la simulación de éstas por medio del software Promodel y que será explicado en el siguiente numeral.

8. SIMULACIÓN EN PROMODEL

En el numeral 2.8.1 se expuso la importancia que tiene actualmente la simulación como una estrategia para analizar comportamientos de sistemas productivos sin incurrir en altos costos de implementación de propuestas de mejoramiento, o como es en este caso, de diseño y distribución.

En este punto se tienen dos propuestas de diseño de planta que fueron realizadas mediante la metodología SLP, que tiene como uno de sus fundamentos la



minimización de las distancias recorridas durante el proceso por medio del criterio de adyacencias a través del flujo. Pero este es solo un criterio a evaluar, y pueden existir otras variables que también pueden ser importantes para decidir qué propuesta implementar; pueden existir variables de respuesta como el tiempo que demorarían eventualmente en reparar cierta cantidad de cilindros, la máxima cantidad de cilindros que podrían haber en determinado momento, el tiempo promedio de entradas al sistema, entre otros.

Es por esta razón que con la simulación se piensan validar las propuestas de diseño que se exhibieron en el numeral 7.3.2, para poder comparar cuantitativamente el comportamiento de cada una de ellas a través de las variables mencionadas anteriormente.

8.1 FORMULACION Y DISEÑO DEL MODELO CONCEPTUAL:

Cuando se desea diseñar un modelo de simulación, éste debe dirigirse hacia la resolución de alguna necesidad específica, o de lo contrario se podría caer en un despilfarro de tiempo y dinero. Uno de los principales inconvenientes al querer implementar un modelo de simulación es conocer qué es lo que realmente se desea obtener al final del estudio, para lo cual es fundamental acotarlo con base en la definición específica del problema, el o los objetivos que se pretenden cumplir y el alcance que tendrá. A continuación se describen estos 3 ítems para el modelo de simulación implementado en este proyecto.

- 8.1.1 Definición del problema:** Determinar cuál es el problema que se desea abordar con la simulación es clave para poder tener claridad al ver los resultados que ésta arroje y su posterior interpretación. Para el modelo de este proyecto, el problema a solucionar es la separación de la línea industrial y automotriz y determinar la combinación de factores que permita el mejoramiento del tiempo de flujo del sistema para mitigar los



inconvenientes de programación, reprocesos, retrasos y pérdidas que presentan.

8.1.2 Definición del objetivo: Para formular un modelo de simulación que permita analizar las variables de interés del estudio, éste debe tener un objetivo previamente establecido con el fin de poder evaluar los factores definidos para las propuestas del diseño de planta. Según Harrell y Ghosh²², los objetivos de la simulación pueden ser agrupados dentro de las siguientes categorías:

- **Análisis de desempeño:** Medir el desempeño global del sistema en términos de utilización de recursos, tiempo de flujo, tasa de salidas, entre otras.
- **Capacidad/análisis de restricciones:** Cuando se trabaja al máximo, mide la capacidad de producción del sistema evaluado y donde se localizan los cuellos de botella.
- **Configuración de comparaciones:** Evaluar el comportamiento de un sistema de acuerdo a sus medidas de desempeño en comparación con otro sistema.
- **Análisis de sensibilidad:** Determinar cuáles variables de decisión son las más influyentes en las medidas de desempeño y qué tan importantes son.
- **Visualización:** Mostrar como el sistema dinámico puede ser el más efectivamente visualizado.

Vale la pena mencionar que un modelo puede tener varios objetivos simultáneamente. Para el presente modelo el objetivo será medir el desempeño del sistema en términos del tiempo de flujo del proceso.

• ²² HARRELL, Charles & GHOSH, Biman; Simulation using Promodel, second edition. Ed. McGraw Hill

8.1.3 Alcance: El alcance del modelo se refiere a qué elementos del sistema deberían estar representados en él; esto es vital ya que en un sistema de gran magnitud podrían presentarse elementos que no son significativos en su desempeño como tal. Es importante identificar cuales elementos son los que impactan directamente en el sistema, no hay que olvidarse que entre más elementos de entrada existan en el modelo, más complicado será de implementar. Tal es el caso de Industrias Lavco, que maneja dos líneas de producción, pero para este proyecto interesa analizar exclusivamente la línea industrial; por esta razón, el alcance está delimitado por el proceso productivo de esta línea.

8.2 RECOLECCION DE DATOS:

Los datos de entrada del modelo son importantes porque constituyen la alimentación con la información real, por lo cual puede considerarse como la interfaz entre el modelo y la realidad. La tarea de recolección de datos es generalmente ardua y requiere de tiempo y recursos para que sean un elemento válido de entrada. Para este fin, se tienen algunas opciones como:

- Acudir al personal que esté más familiarizado con el sistema.
- Recolectar la información necesaria por observación directa del sistema.
- Involucrar suposiciones acerca del comportamiento del sistema.

Para el modelo de simulación de este proyecto, se hizo observación directa del sistema actual, ya que la propuesta de diseño que se desee implementar trabajará con base en éste. Las 3 opciones descritas anteriormente fueron usadas y se extrajeron, entre otros, los siguientes datos:

- Máquinas con las que cuenta actualmente Industrias Lavco en la línea industrial.
- Ruta del proceso productivo
- Materia prima necesaria para el proceso
- Tiempos de procesamiento en las actividades de la línea



- Medios de transporte de los productos en el flujo de operaciones

Posteriormente, todos estos datos fueron validados por el ingeniero de calidad y el trabajador experto de la línea industrial, por lo cual se procedió a la construcción del modelo.

8.3 CONSTRUCCION DEL MODELO:

Promodel es una herramienta que permite observar y analizar el comportamiento aproximado que presentara la planta en la realidad. Con la ayuda de los diseños de los planos creados en Microsoft Visio, se inició el proceso del modelado. La construcción inició con la determinación de las entidades, locaciones, entradas y seguidamente del procedimiento.

A continuación se presenta la lista de las entidades, locaciones y entradas utilizadas en la simulación del modelo.

- Entidades
 - ✓ Cilindros
 - ✓ Solicitud
 - ✓ PP1_con_camisa
 - ✓ PP1_sin_camisa
 - ✓ Hielo
 - ✓ Camisa_ensamblar
 - ✓ Camisa_enfriada
 - ✓ Cilindro_reparado
- Locaciones
 - ✓ Entrada



- ✓ Ensamble
- ✓ Ensamble_remoc
- ✓ Lavado
- ✓ Ensamble_inspec1
- ✓ Ensamble_inspec2
- ✓ Mandrinadora
- ✓ Madrinadora_metrología
- ✓ Ensamble_pruebatinta
- ✓ Ensamble_limpieza
- ✓ Ensamble_alistamiento
- ✓ Ensamble_enfriam
- ✓ Ensamble_temp_amb
- ✓ Bruñidora
- ✓ Ensamble_reconspuertos
- ✓ Ensamble_esparragos
- ✓ Ensamble_embalaje
- Entradas
 - ✓ Cilindros
 - ✓ Camisa_ensamblar

Teniendo en cuenta que existen locaciones en las cuales se realizan varias actividades pero con tiempos de procesamiento diferente, que se requieren reglas

de enrutamiento para carga “load” y ensamble “join”, y dado que no se puede enrutar a la estación donde ya está localizada, se crearon estaciones ficticias.

La construcción de la simulación se realizó con cada uno de los planos diseñados, pero adicionalmente se realizó la variación del medio de transporte de las entidades (puente grúa y montacargas).

8.4 VERIFICACIÓN:

Después de digitados todos los datos necesarios para la simulación, se procedió a correr el modelo, en el cual se presentaron algunos errores pero que posteriormente se resolvieron y permitió la corrida del modelo. Adicionalmente con la ayuda del Director del proyecto se verificó que las entidades realizaran el flujo de operaciones de la forma correcta y que la entidad o locación que se utilizó para el transporte de las entidades funcionara de la forma que debería.

La verificación del modelo no indica que las estadísticas expuestas sean correctas o se asemejen a la realidad. Por lo anterior en la siguiente etapa se determina si el modelo esta comportándose de manera acorde con el proceso productivo.

8.5 VALIDACIÓN:

Luego de haber construido y verificado el modelo, el proceso de validación es necesario para analizar si éste se ajusta a la realidad, ya que un modelo puede correr correctamente si está verificado, pero tal vez arroja datos erróneos, es decir que no es válido. Básicamente puede afirmarse que mientras la verificación se interesa por crear el modelo “correctamente”, la validación busca que sea el modelo “correcto”. Es importante aclarar que ningún modelo se ajusta 100% a la realidad, dado que tienen que asumirse ciertas condiciones, y hacer una aproximación a otras; lo que realmente se busca es que los datos arrojados tengan “cierto parecido” con la realidad, manejando cierto nivel de confianza.

Para este caso, la validación puede comenzar con el mismo análisis de la animación, es decir si el flujo del proceso es el que realmente se da, lo cual es afirmativo y es un buen comienzo.

La validación del modelo puede darse por concepto de un juicio del trabajador con más experiencia de la línea; para esto se hace una comparación directa entre los resultados arrojados por ProModel y el estimado que hace el operario.

En este caso, se le preguntó al operario Ramiro Lamus cuál es el tiempo estimado en que se repararían 3 cilindros trabajando 24 horas, a lo cual el operario respondió que en promedio se demora 3 días, es decir 72 horas.

Luego, se hizo la simulación en ProModel de la llegada para la reparación de 3 cilindros, se corrieron 12 réplicas y los resultados se muestran a continuación:

Tabla 16. Resultados de la simulación para la reparación de 3 cilindros

REPLICA	HORAS
1	80,52
2	22,35
3	79,65
4	80,28
5	79,23
6	58,75
7	59,11
8	65,08
9	68,44
10	76,51
11	47,03
12	69,44
Tiempo Máx	80,52
Tiempo Mín	22,35

Fuente: Autores

Para evitar una varianza significativa, se procedió a eliminar los valores extremos y la tabla queda como se muestra a continuación:

Tabla 17. Ajuste de resultados de la simulación para la reparación de 3 cilindros



REPLICA	HORAS
1	79,65
2	80,28
3	79,23
4	58,75
5	59,11
6	65,08
7	68,44
8	76,51
9	47,03
10	69,44
\bar{x}	68,352
s	11,050108
t (0,025,9)	2,262

Fuente: Autores

Los últimos tres parámetros de la tabla representan a la media muestral, la desviación estándar y el valor de la distribución t de student con un nivel del 95% de confianza y 9 grados de libertad.

Para comparar los resultados arrojados por ProModel con el tiempo expuesto por el Sr. Lamus, se realizó un intervalo de confianza para la media con varianza desconocida, con un nivel de confianza 95%. La fórmula para calcular este intervalo es:

$$\bar{x} - t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad ^{23}$$

De esta manera, el intervalo de confianza quedaría de la siguiente manera:

$$68,352 - 2,262 * \frac{11,5}{\sqrt{10}} < \mu < 68,352 + 2,262 * \frac{11,5}{\sqrt{10}}$$

$$60,447 < \mu < 76,25$$

²³ Fórmula extraída del libro “Diseño y Análisis de experimentos”, MONTGOMERY, Douglas, Editorial Limusa

El valor tomado del sistema está contenido dentro del intervalo de confianza, con lo cual queda validado el modelo con un nivel de confianza del 95%.

8.6 ANÁLISIS:

Después de cumplida cada una de las anteriores etapas, se procede a realizar el análisis de los datos arrojados en cada modelo de simulación.

Dado que se buscan herramientas que permitan escoger la mejor alternativa, se definió realizar una combinación de factores para tener mayor certeza en el momento de la decisión.

Como se ha expuesto anteriormente, el proyecto presenta dos propuestas de diseño de planta, en las cuales se observa la variación de distancia recorridas por los cilindros. Adicionalmente se decidió incluir dos variables (medio de transporte, número de cilindros) en la simulación para analizar el comportamiento presentado.

Cuando se obtuvieron los resultados de los datos de cada una las propuesta, se observo que colocar puente grúa o montacarga no presenta una diferencia aproximada de 0,3%, lo cual no es significativa en el tiempo de procesamiento, lo que indica que la decisión de qué medio de transporte utilizar, está ligada a la complejidad de la actividad y el nivel económico; por ello queda a cargo de la Gerencia definir que herramienta utilizar.

8.7 DISEÑO DE EXPERIMENTOS:

Una de las definiciones del diseño de experimentos es: “Un proceso para planear el experimento de tal forma que se recolecten datos adecuados que pueden analizarse con métodos estadísticos que lleven a conclusiones válidas y objetivas”. Su objetivo es determinar cuáles son los factores (controlables y no controlables) que influyen en la ocurrencia de algún evento (variable respuesta), y



en lo posible mostrar qué combinación es la más eficaz con el fin de obtener los mayores beneficios de ésta. Cuando se combinan dos o más de estos factores, se habla de un diseño factorial.

Uno de los más importantes diseños de este tipo, es el llamado diseño factorial 2^k , que simboliza evaluar k factores, cada uno a dos niveles, denominados alto y bajo. Estos niveles pueden ser cuantitativos (como trabajar a presión de 750 bar o 1000 bar, que en este caso se denotarían bajo y alto respectivamente), o cualitativo (como operar con la propuesta 1 de diseño o con la propuesta 2, donde la notación es indiferente). Su importancia radica en que permite evaluar todas las combinaciones posibles entre los factores evaluados y analizar de forma estadística los efectos principales y sus interacciones.

Para el presente proyecto, se ha optado por realizar un diseño de experimentos con el fin de observar cómo se comportaría cada una de las propuestas combinadas con dos factores más.

8.7.1 Factores definidos: Cómo se expresó anteriormente, es necesario definir qué factores son los que incidirían directamente en el comportamiento de la planta. Para esto se evaluarán 3 factores definidos así:

- Propuesta de planta
- Cilindros por reparar
- Medio de transporte interno de los productos

En la siguiente tabla se muestran los niveles a los que se evaluarán los factores:



Tabla 18. Notación para los factores y niveles definidos

FACTOR	NIVEL	
	-	+
Propuesta	1	2
Transporte	Puente grúa	Montacarga
Cantidad de cilindros	1	6

Fuente: Autores

Claramente pueden haber muchos más factores (como el hecho de usar una o dos mandrinadoras), pero solo se controlarán tres factores a manera de ejemplo con el fin de mostrar la importancia que tiene manejar herramientas estadísticas para la toma de decisiones.

Variable respuesta: Para el diseño de experimento, se seleccionará el tiempo medio de flujo (Mean Flow time –MFT) como variable de respuesta (en minutos). Este y otros resultados de la simulación se encuentran en el anexo 9.

Matriz de diseño: Con los factores previamente y la variable previamente definidos, se arma la siguiente tabla:

Tabla 19. Resultados del tiempo medio de flujo para los factores definidos

	PROPUESTA 1		PROPUESTA 2	
	1 CILINDRO	6 CILINDROS	1 CILINDRO	6 CILINDROS
CON PUENTE GRUA	3522,33; 3480,26; 3376,72	3645,85; 5283,5; 3907,78	3499,66; 2494,55; 3495,04	3851,31; 3739,65; 4274,53
CON MONTACARGAS	3417,38; 3300,6; 3633,66	3750,11; 3988,36; 3656,08	3500,4; 3370,79; 3706,67	3767,93; 3827,7; 4049,9

Fuente: Autores

Con la notación de la tabla 17, se arma la siguiente matriz de diseño

Tabla 20. Matriz de diseño para los factores establecidos

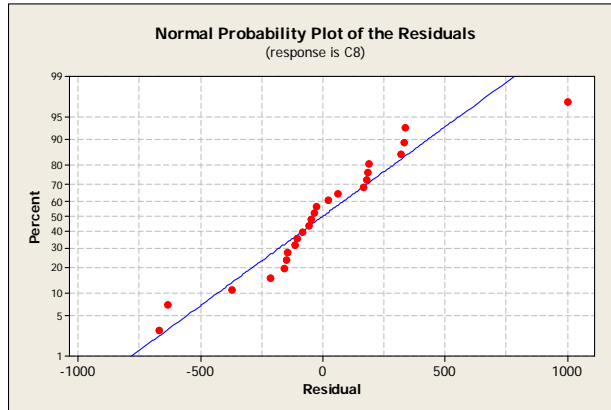
Corrida	PROPUESTA	TRANSPORTE	CILINDROS	REPLICAS		
1	-	-	-	3522,33	3480,26	3376.72
2	+	-	-	3499,66	2494,55	3495,04
3	-	+	-	3417,38	3300,6	3633,66
4	+	+	-	3500,4	3370.79	3706.67
5	-	-	+	3645,85	5283,5	3907,78
6	+	-	+	3851,31	3739,65	4274,53
7	-	+	+	3750,11	3988,36	3656,08
8	+	+	+	3767,93	3827,7	4049,9

Fuente: Autores

Aplicación del diseño 2^k : Para evaluar los resultados del diseño 2^k (en este caso sería 2^3), se utilizó el software Minitab®; para ver los resultados completos observar el anexo 10. Para el análisis, se utilizarán los gráficos tanto del cumplimiento de los supuestos del modelo como el de los efectos de los factores definidos.

- *Verificación de la adecuación del modelo:* Para que un análisis de varianza sea confiable, las violaciones de los supuestos básicos del modelo (normalidad, aleatoriedad y homocedasticidad) pueden investigarse con el análisis de residuales

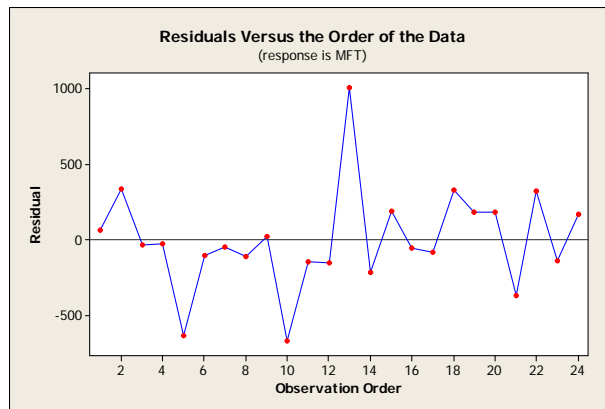
Figura 35. Gráfico de probabilidad normal de los residuales



Fuente: Autores

La figura 35 sirve para analizar si los datos analizados siguen una distribución normal; como se puede ver, los datos siguen en gran medida la línea recta, por lo cual puede afirmarse que cumple con esta condición.

Figura 36. Gráfico de residuales contra el orden de las corridas

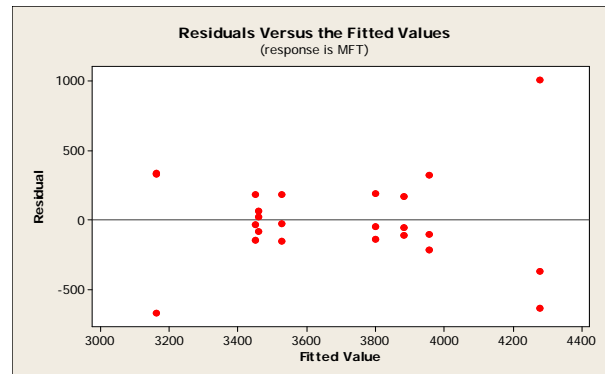


Fuente: Autores

La figura 36 sirve para mostrar si realmente las corridas se hicieron de manera aleatoria y se lee como si fuera un gráfico de control; como se puede observar, existen rachas (varias sucesiones de puntos a lado y lado), lo cual quiere decir

que pudo haberse hecho por orden, y efectivamente así fue, se seleccionó que las corridas fueran por orden, así como muestra la tabla 19.

Figura 37. Grafico de los residuales contra los valores ajustados



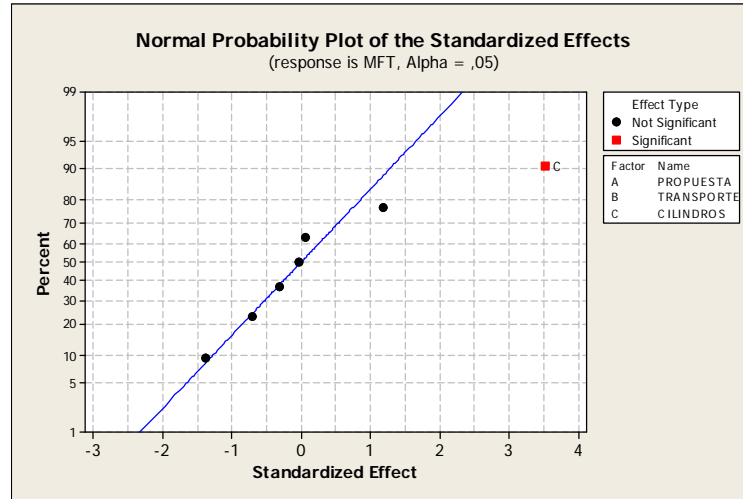
Fuente: Autores

Si el modelo es correcto y se satisfacen los supuestos anteriores, los residuales deberían estar sin estructura alguna; la figura 37 permite ver que los residuales no siguen algún patrón, es decir no están relacionados con ninguna otra variable, ni con la respuesta.

- *Análisis de efectos principales e interacciones:* Con el fin de poder evaluar qué nivel de significancia manejan los factores definidos, se procede a analizar las gráficas arrojadas por Minitab para determinar si existen interacciones que distorsionen la respuesta del modelo de simulación.



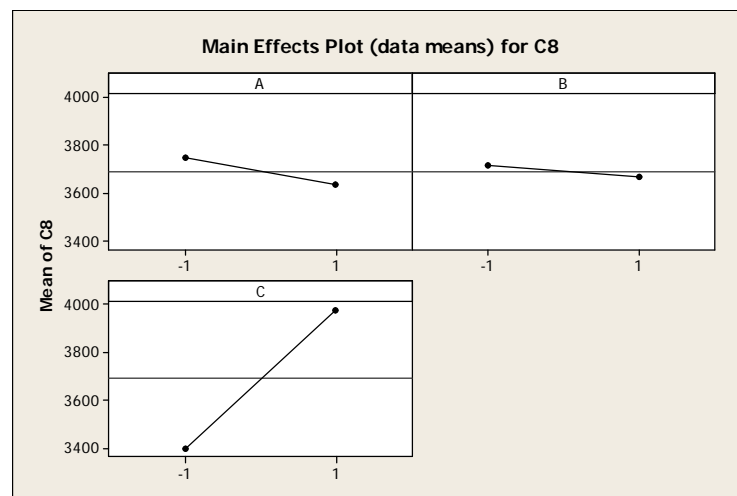
Figura 38. Efectos y su significancia



Fuente: Autores

Como se puede ver en el anexo 10, y en la figura 38, solo el efecto principal C (en este caso, número de cilindros) es el único significativo, no se evidencian interacciones.

Figura 39. Efectos principales para el tiempo de proceso



Fuente: Autores

El siguiente es el registro ejecutado por Minitab del ANOVA para el diseño realizado

Tabla 21. ANOVA para el diseño 2³

Factorial Fit: C8 versus A. B. C

Estimated Effects and Coefficients for C8 (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		3689,2	82,38	44,78	0,000
A	-115,4	-57,7	82,38	-0,70	0,494
B	-50,1	-25,1	82,38	-0,30	0,765
C	578,7	289,4	82,38	3,51	0,003
A*B	194,9	97,5	82,38	1,18	0,254
A*C	-4,7	-2,4	82,38	-0,03	0,977
B*C	-227,0	-113,5	82,38	-1,38	0,187
A*B*C	8,9	4,4	82,38	0,05	0,958

S = 403,570 R-Sq = 50,34% R-Sq(adj) = 28,62%

Analysis of Variance for C8 (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	3	2104449	2104449	701483	4,31	0,021
2-Way Interactions	3	537126	537126	179042	1,10	0,378
3-Way Interactions	1	471	471	471	0,00	0,958
Residual Error	16	2605901	2605901	162869		

Pure Error	16	2605901	2605901	162869
Total	23	5247948		

Unusual Observations for C8

Obs	StdOrder	C8	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
10	10	2494,55	3163,08	233,00	-668,53	-2,03R
13	13	5283,50	4279,04	233,00	1004,46	3,05R

Fuente: Autores/Minitab

Es notorio que tanto la propuesta como el medio de transporte no tienen una influencia significativa dentro de la variable respuesta, mientras que el número de cilindros sí la tiene, ya que mientras 1 cilindro podría procesarse en 3400 minutos, si entraran al sistema 6 el tiempo promedio de flujo aumentaría casi a 4000 minutos, lo cual deja en evidencia que el medio de transporte del material no interesa para cualquier propuesta que se pretenda implementar (en términos del tiempo medio de flujo), pero deben evaluarse otros factores que posiblemente sí afectarían de forma significativa el modelo de simulación con base en un diseño experimental tal como se plasmó en este numeral.

9. SOCIALIZACION DEL PROYECTO CON LA GERENCIA DE INDUSTRIAS LAVCO

En las instalaciones de Industrias Lavco se llevó a cabo la socialización de los resultados obtenidos en el proyecto de grado. En esta participaron la gerente general, el ingeniero de calidad, la gerente comercial y el trabajador con mayor experiencia en la línea industrial. Se expusieron los objetivos que encaminaban a



proponer un diseño de planta que fuera acorde a las posibilidades de traslado de la línea con base en el diagnóstico inicial realizado.

Los temas tratados fueron los siguientes:

- Objetivo principal del proyecto
- Objetivos secundarios
- Diagnóstico actual de la empresa
- Recolección de tiempos (Metodología, limitaciones)
- Caracterización de tiempos de actividades (Distribuciones triangular – T. determinísticos)
- Benchmarking
- Metodología SLP
- Propuesta de diseño 1
- Propuesta de diseño 2
- Simulación en Promodel de las propuestas – Análisis de factores
- Conclusiones
- Recomendaciones

En el diagnóstico se pudieron evidenciar algunas posibilidades de mejora, en las cuales la gerencia manifiesta su interés y disposición para implementar propuestas en áreas como:

- Comunicación entre departamentos: Donde se sugiere la utilización de un medio escrito visible para los operarios donde queden registradas las actividades, responsables, cronograma y demás información que permita la fluidez de la información.
- Seguridad industrial: Se recomienda mayor control en la utilización de los elementos de protección personal para mitigar los posibles impactos por incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades de trabajo, teniendo en cuenta el caso de un trabajador de servicios generales que presenta hongo facial debido a la manipulación de químicos sin los EPP requeridos.



Teniendo en cuenta lo anterior se anexó una guía de seguridad industrial (Anexo 1) para que la empresa tenga en cuenta la importancia de contar con las debidas medidas que establece la norma 2400 junto a otras normas que rigen a las empresas en materia de integridad física de los trabajadores.

- Laboratorio: en las propuestas presentadas a Industrias Lavco se presenta el área del C.T de laboratorio. Pero teniendo en cuenta las sugerencias expresadas por el ingeniero de calidad en las cuales expone que esa área puede ser redistribuida para una sección de diseño y para un almacén adicional. Para suplir las actividades que se generan en el laboratorio se sugiere que este sea en un modulo móvil que permita el desplazamiento a los demás centros de trabajo.
- Personal: Es necesario generar la transferencia de conocimiento a los operarios que estarán a cargo de la línea industrial para evitar la dependencia del proceso de funcionamiento de la línea a un trabajador. Teniendo en cuenta lo anterior, se debe determinar un líder o responsable de la línea industrial el cual permita que todos los procesos sean ejecutados en búsqueda de la mejora continua.

En los ítems de recolección y caracterización de los tiempos, se expuso la metodología usada para la toma de éstos, y las actividades divididas por el tipo de distribución. Se mostró la importancia de establecer políticas para la estandarización en algunas actividades en búsqueda de minimizar el impacto por retrasos, reprocesos y producto no conforme.

En las propuestas de “*benchmarking*”, se hizo énfasis en que los costos mostrados en las tablas son solo uno de los componentes del precio total, ya que también deben ser tenidos en cuenta el monto por transporte y los impuestos adicionales por concepto de importación de maquinaria. Sin embargo, los precios son viables económicamente al nivel de Industrias Lavco.



En la presentación de la metodología usada para el diseño de planta (SLP), se expusieron los conceptos básicos para que los asistentes pudieran manejar claramente el lenguaje técnico usado.

Con base en toda la información suministrada, se mostraron las etapas de la metodología para llegar finalmente a la exposición de las dos propuestas de diseño.

Se dieron a conocer las dos propuestas de diseño de planta para el respectivo análisis de ventajas y desventajas.

Propuesta 1:

Ventajas:

- Diseño e implementación de un puente grúa de 10 m de longitud en voladizo que cubra toda la línea de procesamiento, en búsqueda de minimizar el tiempo de transporte, además de mejorar las condiciones de seguridad industrial para la empresa.
- El descargue de los cilindros a reparar que llegan a la empresa se harían directo al puente grúa
- Los lockers y baños para operarios son contiguos
- La distancia recorrida por los productos disminuye de 620 m a 73,34 m lo que significa un gran impacto en el flujo de operaciones.

Desventajas:

- La cafetería y el comedor están ubicadas dentro del área de la planta

Propuesta 2:

Ventajas:

- La distancia recorrida por los productos disminuye de 620 m recorridos a 92,06 m, lo que significativamente un gran impacto.

- Existe un área adicional que eventualmente podría ser considerada para una expansión en caso que se requiera ubicar nuevas máquinas o centros de trabajo.
- El diseño se basó en el traslado de los productos por medio de montacargas; pero de igual forma se deja como una opción potencial adecuar un puente grúa; el recorrido que haría el producto sería de aproximadamente 30 metros, por lo cual se colocaría una columna cada 10 metros por donde se desplace el puente grúa.

Desventajas:

- Distancia significativa de traslado del área de descargue a ensamble.

Figura 40. Exposición del proyecto





Fuente: Autores



CONCLUSIONES

- En la planta actual, en el sector de fundición falta la revisión del procedimiento de esta actividad, lo que está generando aumento en el indicador de producto no conforme. Lo anterior teniendo en cuenta que durante el año 2009, Industrias Lavco presentó pérdidas por encima de los \$110.000.000.
- Las dos propuestas presentadas fueron del agrado de la Gerencia y adicionalmente presentan un tiempo de procesamiento similar, lo que ayuda a determinar que cualquiera de los dos diseños es una propuesta viable.
- Para Industrias Lavco es de gran trascendencia llevar a cabo la separación de las líneas ya que la línea industrial es la proyección de la empresa, teniendo en cuenta el crecimiento que ha presentado en los últimos años, pasando del 5% sobre el total de los ingresos a ser el 30% de los mismos.
- El “*benchmarking*” permitió observar las mandrinadoras (de segunda mano) que actualmente se ofrece en el sector, y a partir de una evaluación de factores es posible decidir que máquina se adapta a las necesidades de la empresa.
- En la planta actual el flujo de operaciones recorre una distancia de 682,8 m, desde el momento que llega al centro de trabajo de ensamble hasta su embalaje. Las propuestas presentan una reducción de aproximadamente el 87% de la distancia recorrida en el flujo de operaciones del cilindro, ya que la propuesta 1 tiene una distancia recorrida de 73,34 m y la propuesta 2 tiene 96,24 m. Lo anterior se debe a que en la planta actual el desplazamiento de los cilindros se realiza con el montacarga, pero la puerta de acceso frente al CT de ensamble está ubicada al otro extremo, lo que conlleva a que se debe



recorrer toda la empresa para acceder a los centros de trabajos de mandrinado y bruñido.

- Las propuestas de diseño de planta requirieron involucrar factores que no solo mejoren el flujo del proceso, sino que también tengan en cuenta la seguridad industrial de las personas que laboran en ella, la ergonomía, el máximo aprovechamiento del espacio, entre otros.
- Es indispensable que los operarios adquieran la cultura de usar elementos de protección personal permanentemente, para poder evitar fatalidades.
- En la simulación de Promodel se determinó el tiempo de flujo medio de los cilindros que se procesan, el cual permite determinar el tiempo gastado en el procesamiento de un cilindro cuando se tiene cualquier cantidad de los mismos en el sistema; con esta información Industrias Lavco puede emitir una fecha aproximada de entrega del producto al cliente.
- El diseño de experimentos permitió determinar que la variable que presenta mayor significancia en el modelo es el *número de cilindros* que entren al sistema, lo que indica la importancia del manejo que se le debe dar al CT ensamble.
- Por medio de la recopilación de datos, información, simulación y socialización se pudo determinar que la separación y traslado de la línea industrial es viable y permitirá a la empresa expandir la cobertura de mercado.



RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el estudio que se realizó a la planta actual de Industrias Lavco, se presentan las recomendaciones para ésta, en busca del mejoramiento continuo y adicionalmente las sugerencias para la nueva planta.

- Se recomienda valorar y utilizar la experiencia con la que cuentan los diferentes operarios dentro de la planta, de forma que sus aportes y sugerencias ayuden al mejoramiento del proceso, a través de programas de entrenamiento, buzones de sugerencias (que realmente se usen y retroalimenten con los operarios), documentación de los procedimientos, entre otros. Se sugiere impulsar la transferencia y documentación del conocimiento entre compañeros.
- Se debe establecer y cumplir el procedimiento de clasificación de la materia prima para la fundición, teniendo en cuenta que el indicador de “producto no conforme” está en nivel alto y las pérdidas que éste genera son significativas. Se sugiere contar con las recomendaciones de un ingeniero metalúrgico.
- El manejo que se presenta en la operación de limpieza de los tanques de fosfatado, genera un alto riesgo de salud y seguridad industrial para el operario que lo realiza. El operario Ramiro Lamus sugiere que a los tanques en la parte inferior se les coloque una llave que permita sacar el líquido de una manera fácil, rápida y minimizando el riesgo del trabajador.
- La distribución de las actividades y operaciones a los operarios presenta inconvenientes, teniendo en cuenta que a los operarios con mayor experiencia y costo salarial se les asignan actividades de servicios generales, las cuales puede realizar un operario de ese cargo. Por lo anterior se recomienda tener en cuenta esta observación y generar la corrección necesaria.



- No se evidencia un responsable en la línea industrial; se observa que las actividades son estructuradas empíricamente según se va presentando la necesidad. Adicionalmente algunos trabajadores que se encuentran a cargo del proceso en la línea industrial no tienen un nivel de experiencia y/o educativo necesario para este labor. Se debe definir un cargo de la línea con el perfil y las funciones a cumplir.
- Se recomienda diseñar plantillas de registro de actividad y responsable de las operaciones que se le van realizando durante el proceso al cilindro, camisa y pistón.
- Para la adquisición del puente grúa o montacarga (para la nueva planta), se recomienda tener en cuenta las opiniones que expresen los trabajadores, ya que solo ellos pueden indicar a nivel operativo cual sería la mejor alternativa, teniendo en cuenta que son las personas que la utilizan diariamente.
- Se debería socializar con los trabajadores encargados de la línea industrial el presente proyecto para que opinen, analicen, sugieran y utilicen este estudio en beneficio del desarrollo de la línea para la empresa.
- Este proyecto podría servir de base para aquellas empresas que deseen abrir nuevas plantas de producción, con el fin de evaluar sistemáticamente el diseño de éstas y posteriormente validarlas por medio de simulación.



BIBLIOGRAFIA

Garavito, Edwin; Docente Escuela de Estudios Empresariales e Industriales – UIS, diapositivas de clase de Diseño de plantas, recurso electrónico disponibles en:

Torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/index.html.

(Descargadas en el año 2010)

Diseño de Instalaciones Industriales Stephan Konz.- Limusa Editores

Montgomery, Douglas; Diseño y análisis de experimentos, 2da Edición, Editorial Limusa, 2004.

Meyers, Fred; Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, 3ra Ed.

Cuatrecasas, Lluís, Dirección de operaciones, Universidad de Barcelona Virtual, 2003

Michael J. Spendolini; "Benchmarking". Grupo Editorial Norma; Colombia; 1994.

ICONTEC: Norma técnica colombiana NTC 1461: Colores y señales de seguridad. Bogotá: Icontec 1987

HARRELL, Charles & GHOSH, Biman; Simulation using Promodel, second edition. Ed. McGraw Hill



Garavito, Edwin; Simulación de procesos de manufactura, Escuela de estudios industriales y empresariales, UIS, 2008

Resolución 2400 de 1979 (mayo 22) del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social

<http://www.slideshare.net/gvivanco/distribucion-planta>

<http://www.ergocupacional.com/>



ANEXO 1

NORMAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad industrial se define como el cumplimiento de normas o medidas técnicas destinadas a conservar la vida, la salud y la integridad física de los trabajadores y tendientes a conservar los materiales, equipos e instalaciones exentos de peligro y en las mejores condiciones para lograr mejor productividad.

Por lo anterior, es importante implementar medidas y normas técnicas que ayuden a que el trabajador las cumpla en el lugar de trabajo, con el fin de evitar accidentes que provoquen lesiones leves, graves o fatales.

La resolución 2400, llamada Estatuto Nacional de Seguridad Industrial, relaciona algunas medidas que se deben tener en cuenta:

- **Piso:** o pavimento constituirá un conjunto homogéneo y liso sin soluciones de continuidad; será de material resistente, antideslizante y en lo posible de fácil limpieza. Se procurará que todo el pavimento se encuentre al mismo nivel; en caso de existir pequeños escalones, estos se sustituirán por rampas de pendientes suaves, para salvar las diferencias de altura entre un lugar y otro. Adicionalmente para Industrias Lavco, se recomienda utilizar pintura industrial para el área de los pisos.
- **Superficie del piso:** El área por trabajador no será menor de dos (2) metros cuadrados, con un volumen de aire suficiente para 11,5 metros cúbicos.



- **Altura del techo:** No se permitirá el trabajo en los locales cuya altura del techo sea menor de tres (3) metros, cualquiera que sea el sistema de cubierta.
- **Paredes:** Serán lisas, protegidas y pintadas en tonos claros, susceptibles de ser lavadas o blanqueadas y serán mantenidas en buen estado de conservación, reparándose cuando se produzcan grietas, agujeros o cualquier clase de desperfectos.
- **Pasillos:** La anchura mínima de los pasillos interiores de los locales de trabajo será de 1.20 metros.
- **Distancia entre máquinas:** La distancia entre máquinas, aparatos y/o equipos, será la necesaria para que el trabajador pueda realizar su labor sin dificultad e incomodidad, evitando los posibles accidentes por falta de espacio; ésta no será menor en ningún caso, de 0.80 metros.
- **Altura mínima para transitar:** Todo lugar por donde deben transitar los trabajadores, tendrá una altura mínima de 1.80 metros, entre el piso y el techo.
- **Escaleras:** Se procura que sean de materiales incombustibles, espaciosas y seguras, y deberán estar provistas de pasamanos a una altura de 0.90 metros y de barandilla, que eviten posibles caídas.
- **Trampas y fosos:** Deben estar cerrados y tapados, y en caso contrario, deberán estar provistas de barandillas de 1.10 metros de altura y de rodapié y señales indicadoras del peligro.
- **Puertas de salida:** Los locales de trabajo contarán con un número suficiente de puertas de salida, libres de todo obstáculo, amplias, bien ubicadas y en buenas condiciones de funcionamiento, para facilitar el tránsito en caso de emergencia. Tanto las puertas de salida, como las de emergencia deberán estar construidas para que se abran hacia el exterior, y estarán provistas de cerraduras interiores de fácil operación. No se deberán instalar puertas giratorias; las puertas de emergencia no deberán ser de corredera, ni de enrollamiento vertical.



- **Servicios de higiene:** Todos los establecimientos de trabajo, deben tener o instalar un inodoro, un lavamanos, un orinal y una ducha, en proporción de uno (1) por cada quince (15) trabajadores, separados por sexos, y dotados de todos los elementos indispensables para su servicio, consistentes en papel higiénico, recipientes de recolección, toallas de papel, jabón, desinfectantes y desodorantes.

Los artefactos sanitarios, deben ser construidos de un material impermeable, inoxidable, y con acabado liso que facilite la limpieza.

En los lavamanos comunes o colectivos, se puede considerar que cada sesenta (60) centímetros longitudinales con su grifo correspondiente, equivalen a un lavamanos individual.

Los orinales colectivos tendrán su fondo con un desnivel por lo menos del cinco por ciento (5%) hacia el desagüe, y se considerará que sesenta (60) centímetros de longitudinal equivalente a un orinal individual.

Se instalarán baños de ducha con agua fría y caliente, especialmente para los trabajadores ocupados en operaciones calurosas, sucias o polvorientas, y cuando estén expuestos a sustancias tóxicas, infecciosas o irritantes de la piel.

Cada inodoro debe ocupar un compartimiento separado y tener una puerta de cierre automático. Los pisos y las paredes, hasta una altura de 1,20 metros, deben ser de un material impermeable. La altura de los tabiques que separan los compartimientos debe tener una altura no menor de 1,80 metros; se debe dejar entre el piso y el comienzo del tabique una distancia de 20 centímetros para facilitar su limpieza. La iluminación de los baños debe asegurar una intensidad uniforme por lo menos de 300 luxes.

- **Lockers:** En todos los establecimientos de trabajo en donde haya concurrencia de más de diez (10) trabajadores, se instalarán los respectivos

lockers metálicos individuales, y se recomienda que sean pintados de color gris.

- **Altura de habitaciones:** La altura de las habitaciones, medida desde el nivel del piso al cielo-raso, será de 3.50 metros en las tierras frías y de 4.00 metros mínimo, en los climas cálidos.
- **Iluminación de puestos de trabajo:** Se deberán tener en cuenta los niveles mínimos de intensidad de iluminación, ya sean medidas en Lux, de conformidad con la siguiente tabla:

Tabla XXX Niveles de iluminación recomendados por actividad

TIPO DE ACTIVIDAD	CATEGORIA ILUMINANCIA	RANGOS DE ILUMINACION		REFERENCIA PLANO DE TRABAJO
		LUX	RECOMENDADO	
Pasillos- circulación en exteriores y áreas de trabajo	A	20-30-50	30	Iluminación general en espacios abiertos
Archivo – recintos cuyo uso no sea continuo para propósito de trabajo	B	100-150-200	150	
Uso de video terminales – tareas con requisitos visuales simples	C	200-300-500	300	
Trabajo administrativo – tareas con requisitos visuales difíciles	D	300- 500-750	500	
Trabajo operativo – tareas con requisitos visuales exigentes	E	500-750-1000	750	Iluminación Localizada Sobre El Puesto De Trabajo
Trabajo operativo de riesgo – tareas con requisitos visuales difíciles	F	700-100-1500	1000	
Realización de tareas visuales especiales	G	1000-1500-2000	1500	Iluminación sobre el puesto de trabajo obtenida por una combinación general y localizada(iluminación complementaria)
Realización de tareas visuales muy exactas	H	≥ 20000		
Ejecución de tareas muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño	I	10000-15000-20000	15000	

Fuente: Instructivo SGSYSO-I-F-004, Elaboración estudio de iluminación



Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son las siguientes:

- Iluminación uniforme
- Luminancia óptica
- Ausencia de brillos deslumbrantes
- Condiciones de contraste adecuadas
- Colores correctos
- Ausencia de luces intermitentes

El mantenimiento periódico de la instalación de alumbrado es muy importante. El objetivo es prevenir el envejecimiento de las lámparas y la acumulación de polvo en las luminarias, cuya consecuencia será una pérdida constante de luz. Por esta razón, es importante elegir lámparas y sistemas fáciles de mantener. Una bombilla incandescente mantiene su eficiencia hasta los momentos previos al fallo, pero no ocurre lo mismo con los tubos fluorescentes, cuyo rendimiento puede sufrir una reducción del 75% después de mil horas de uso.

Señalización y Demarcación

Una de las mayores deficiencias en lo relativo a prevención es la señalización que ayude a la prevención, para evitar riesgos y permitir que el personal en los puestos trabajos cumpla con la obligación de usar los elementos de protección.

La señalización para los lugares de trabajo está reglamentada por la Norma Icontec 1461, la cual establece cuáles son los colores y señales de seguridad utilizados para la prevención de accidentes y riesgos contra la salud y situaciones de emergencia.

El uso de la señalización no exonera la realización de inspecciones periódicas y programadas a los lugares de trabajo y tampoco elimina o sustituye el programa de



control de riesgos que se tenga establecido, puesto que los riesgos siguen estando presentes en los lugares de trabajo. La aplicación de una señalización adecuada y oportuna ayuda a prevenir la accidentalidad, a realizar los trabajos con confianza e indica buena organización.

Es importante anotar que las reglamentaciones internacionales difieren, en algunos aspectos, de las normas nacionales; sin embargo se debe tener en cuenta que el Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC ha venido emitiendo normas de seguridad para que sean aplicadas en las empresas colombianas.

En el mundo laboral se evidencian situaciones de peligro en las que es conveniente que el trabajador reciba una determinada información relativa a la seguridad y que se denomina ‘Señalización de Seguridad’. Se entiende por señalización de seguridad un conjunto de elementos que estimulan o condicionan la actuación de quien los recibe frente a unas circunstancias que se pretenden resaltar; es decir que la señalización de seguridad es aquella que suministra una indicación relativa a la seguridad de personas y/o bienes.

Señalización táctil: Se fundamenta en la sensación al tocar algo con cualquier parte del cuerpo. Esta forma de señalización no está contemplada en ninguna legislación pero tiene una importancia potencial tal que debería estar presente en el diseño de todos los órganos de mando, herramientas manuales y cualquier objeto de uso manual ya que permite saber o no y de esta forma se puede discriminar entre una manera insegura de actuar y otra segura. Las modernas tendencias ergonómicas están haciendo cada vez mayor hincapié en este tipo de señalización.

Señalización auditiva: Los sonidos son escuchados cuando, en condiciones de presión atmosférica normal, se producen variaciones de una magnitud suficiente.



Estas variaciones llegan al oído con diferencias de presión, y son transmitidas por el mecanismo auditivo al cerebro, en donde producen sensaciones; estas sensaciones ya están codificadas de acuerdo a los parámetros que se han venido almacenando transformándose en criterio entrenado del sonido, como son entre otros: la ambulancia, el tipo de carro, el desperfecto de una máquina, la parada de producción, los mensajes en la señalización auditiva son sencillos, breves, requiere acción inmediata.

Señalización visual: Es el más importante de los sistemas de señalización, ya que el trabajador recibe una o varias señales que advierten riesgos y pueden tomar acciones de prevención.






La preferencia por la señal visual está basada en un mensaje complejo, prolongado; hace referencias a situaciones posteriores, se refiere a la situación de las cosas en el espacio, no requiere acción inmediata.

Algunos requisitos que debe cumplir la señalización visual son:

- Atraer la atención de quienes lo observan
- Dar a conocer la información con suficiente antelación para poder cumplirla.
- Informar sobre la forma de actuar en cada caso concreto.

Colores de seguridad. Son aquellos a los cuales se les atribuye un significado concreto en relación con la seguridad. En la tabla XXX se relacionan las diferentes señales de advertencia con los colores de seguridad, además de resaltar el color de contraste correspondiente (Rojo/blanco; amarillo/negro; verde/blanco; azul/blanco)

Tabla XXX Relación de las señales de advertencia con los colores de seguridad

COLOR DE SEGURIDAD	FORMA GEOMÉTRICA					EJEMPLOS DE USO
						
ROJO	Prohibición, pare			Información sobre equipo de lucha contra incendio		* Señales de pare * Paradas de emergencia * Señales de Prohibición * Equipos contra incendio
AMARILLO			Advertencia de peligro, prevención			Indicación de peligro (Fuego, explosión, radiación, intoxicación, etc.) Prevención de escalones hacia arriba o hacia abajo
VERDE				Información sobre: <ul style="list-style-type: none"> Situación de seguridad. Salida de emergencia. Dispositivos de socorro. Primeros auxilios 		Salidas de emergencia, estación de primeros auxilios y rescate.
AZUL		Obligación				Obligación de usar equipo de protección personal

Fuente: Norma Icontec 1461

Señales complementarias. Una señal con texto, solamente, se emplea en donde sea necesario usarla en conjunto con una señal de seguridad.

Figura xxx Ejemplo de señal complementaria



Fuente: Norma Icontec 1461

Elementos de protección personal:

El uso de elementos de protección personal (EPP) ayuda a proteger de manera significativa al trabajador frente a los riesgos que se presentan en los diferentes tipos de trabajos.

Cuando han fallado todos los esfuerzos posibles para eliminar o controlar los riesgos para la salud, se deben utilizar EPP, los cuales ofrecen una protección limitada a estos riesgos; debido a esto, los EPP deben ser adecuados para que el trabajador labore de manera segura y cómoda, ya que es importante resaltar que los EPP pueden llegar a ser incómodos para los trabajadores y agregar una carga adicional a las jornadas laborales, llegando inclusive a generar nuevos riesgos para la salud y seguridad; por ejemplo, los protectores de oídos pueden impedir oír las señales de alarma, por lo cual es fundamental evaluar el tipo de EPP y los trabajos en los que debe utilizarse. Sin embargo, los equipos y elementos de protección personal deben ser proporcionados a los trabajadores y utilizados por éstos, mientras se eliminan o aíslan los riesgos a los que se ven expuestos. Es por esta razón que cada trabajador debe ser consciente de la importancia de usar adecuadamente los EPP para evitar cualquier eventualidad en la que se pueda ver involucrada su integridad.



La utilización de los EPP está legalmente sugerida y establecida en:

- Ley 9 de salud ocupacional de enero 29 de 1979 en Colombia, que estipula: prevenir daños en la salud, derivados de los riesgos presentes en los lugares de trabajo, eliminándolos o controlándolos; proporcionar a los trabajadores un ambiente de trabajo en adecuadas condiciones de higiene y seguridad, cumpliendo con las disposiciones de la ley, desarrollando y cumpliendo sus programas de salud ocupacional.
ART. 122. Obligación de los empleadores a proporcionar elementos de protección personal, en la cantidad y calidad acordes con los riesgos.
ART. 123. Los EPP deberán ajustarse a las normas oficiales o regulaciones técnicas.
- Resolución 2400 Art. 17: Los empleadores suministrarán los equipos de protección adecuados que reúnan las condiciones de eficiencia para el usuario.

Los EPP se clasifican en:

- ✓ Protección craneana
- ✓ Protección visual y facial
- ✓ Protección auditiva
- ✓ Protección respiratoria
- ✓ Protección de manos
- ✓ Protección de los pies
- ✓ Ropa de trabajo
- ✓ Protección de caídas desde alturas

La elección de los elementos de protección personal se puede hacer consultando los diferentes proveedores que en el mercado existen, y se debe tener en cuenta lo dispuesto en los artículos 176 y 177 de la Resolución 2400 de 1979 sobre equipos y elementos de protección. Las especificaciones técnicas, de acuerdo al tipo de protección están dadas por:



- Protección para la cabeza. Norma Técnica Colombiana NTC 1523
- Protección para ojos y cara. Normas Técnicas Colombianas NTC 1771, 1825, 1826, 1827, 1834, 1835, 1836 y ANSI 87
- Protección respiratoria. Normas Técnicas Colombianas NTC 1584, 1728, 1729, 2561, 1589, 1733.
- Protección auditiva: Norma Técnica Colombiana NTC 2272, ANSI 2, 3 y 19.
- Protección para las manos. Normas Técnicas Colombianas NTC 1836, 2219.
- Protección para pies. Normas Técnicas Colombianas NTC 2396, 2257, 1741.
- Protección para el cuerpo. Norma ANSI - ISEA 101. Norma Técnica Colombiana NTC 2021, 2037



ANEXO 2

GUÍA DE ERGONOMÍA PARA LA NUEVA PLANTA DE INDUSTRIAS LAVCO

1. Principios de ergonomía para los operarios (planta)

Consideraciones ergonómicas en trabajos que requieran postura de pie.

Una de las primeras inquietudes que surgen cuando se diseña un puesto de trabajo es qué tipo de postura será la más conveniente para el trabajador. ¿Es mejor que trabaje de pie? ¿Es mejor que trabaje sentado? ¿Cuál de estas posturas es la menos dañina para la persona?

Por lo tanto, se puede establecer que ninguna de las dos posturas de trabajo es 100% segura. Cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas. Idealmente, se debería considerar que el diseño del puesto de trabajo le permita a la persona cambios frecuentes de posición, de pie, luego sentado, luego caminar. Sin embargo, dada las características de los ambientes de manufactura, esto es difícil de lograr. *Al final, son las demandas de la tarea misma las que definen la postura de trabajo a elegir.*

¿Cuándo se recomienda que un trabajo sea realizado de pie?

Se recomienda que un trabajo se realice de pie cuando existen las siguientes situaciones laborales: (Sengupta, 2000; Catovic, 1991; Mondelo 2001; Wilson 2001; Chaffin 1999)

- Puestos móviles
- Tareas que implique el uso de más de 3 kg de fuerza
- Tareas que impliquen cargar objetos de más de 4 kg de peso
- Falta de espacio para pies y rodillas
- Tareas que requieran alcances máximos mayores a 50 cm.



Ventajas del trabajo que se tiene que realizar de pie

- El acceso motor es mayor de pie que sentado
- El peso del cuerpo puede ser usado para ejercer fuerza
- Los trabajadores de pie requieren de menos espacio para las piernas
- Las piernas son más efectivas para disminuir la vibración
- La presión sobre los discos lumbares es menor
- La postura de pie puede ser mantenida con menor actividad muscular
- La fuerza del tronco es dos veces mayor estando de pie que estando semisentado o sentado

Desventajas del trabajo que tiene que ser realizado de pie

La postura prolongada de pie, definida como aquella que se mantiene más de 2 horas al día, se ha vinculado con diferentes problemas de salud como por ejemplo:

- Lumbalgia (Drewezynski 1998, Hansen 1998, Redfern 1995)
- Dolor en pies y piernas (Drewezynski 1998, Hansen 1998, Redfern 1995)
- Fascitis plantar (Rys 1994)
- Restricción del flujo sanguíneo (Hansen 1998, Goonetilleke 1998, Tuchsén 2000)
- Hinchazón de piernas y pies (Drewezynski 1998, Hansen 1998)
- Venas varicosas (Drewezynski 1988, Tuchsén 2000)
- Incremento de cambios óseos degenerativos (osteoartrosis) en piernas y rodillas (Manninen 2002)

Recomendaciones para el trabajo que tiene que ser realizado de pie

**** *Uso de descansa pies***

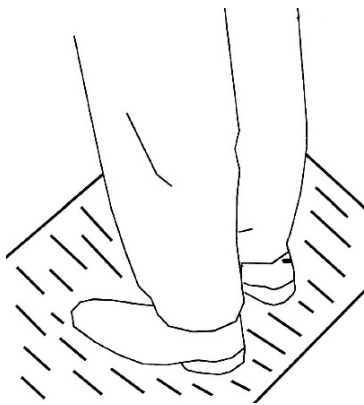


De acuerdo a las investigaciones de Whistance, Adams, van Geems & Bridger (1995) los seres humanos que requieren estar de pie por periodos prolongados adoptan poses asimétricas 4 veces más que poses simétricas. "Turnar" el peso del cuerpo sobre un pie y luego el otro provee de una importante mecanismo de descanso. La gente tiende a estar con un pie hacia el frente y con el otro hacia un lado como una forma de lograr la estabilidad.

El uso de un descanso para pies se basa en esta necesidad de turnar el peso del cuerpo. El uso del descanso para pies reduce la compresión intradiscal a través de reducir una excesiva lordosis. (Bridger,

1995; Rys and Konz 1994).

****Uso de tapetes y plantillas antifatiga**



Algunos beneficios del uso de los tapetes antifatiga son los siguientes²⁴:

1) Hay evidencia de que disminuyen las molestias en espalda, pero solo después de más de 3 horas de uso, esto evaluado a través de cuestionarios de sintomatología muscular esquelética (Cham 2001) (King 2002)

2) Hay evidencia de que reducen la fatiga de músculos de la espalda, comprobado a través de electromiografías (Kim, Marras 1994). También se encontró que

²⁴ Sin embargo en noviembre del 2004, un organismo de investigación europea publicó un documento llamado EUROPEAN GUIDELINES FOR PREVENTION IN LOW BACK PAIN (European Commission Research Directorate General 2004) donde refieren que no hay evidencia científica del uso de las plantillas antifatiga para prevenir la lumbalgia y que en el caso de los tapetes antifatiga, la evidencia científica es no concluyente.



durante el uso de los tapetes antifatiga hay cambios significativos de la temperatura de la piel en extremidades inferiores que son indicadores de una mejora en la circulación. (Redfern MS 2000).

En cuanto al uso de las plantillas los beneficios son los siguientes:

- 1) Pueden reducir hasta un 68% las molestias en los pies provocadas por estar trabajando de pie o caminando, esto demostrado utilizando cuestionarios de sintomatología musculoesquelética (Sobel, Levitz 2001)
- 2) Hay evidencia de que reducen hasta un 50% la hinchazón de pies (King 2002, Hansen 1998) medido a través de cuestionarios de sintomatología y al determinar el volumen total de pies.
- 3) Hay evidencia de reducción de la fatiga muscular de pies comprobado electromiográficamente (Hansen 1998).

*****Espacio para piernas y pies***

La estaciones de trabajo requieren de suficiente espacio para las piernas y los pies se sugiere un espacio para rodillas de un mínimo de 10 cm y espacio para pie de 15 cm. (Rys, Konz, 1994)

*****Ejercicios***

Durante el trabajo de pie se desarrolla lo que se conoce como contracción muscular isométrica la cual origina que la circulación sanguínea de las extremidades inferiores se reduzca de manera importante originando que la presión interna de las venas se aumente y esto a su vez origina hinchazón, edema y la aparición de varices. La presión dentro de las venas en una persona que está de pie es de 87 mm, mucho mayor a los 56 mm de una persona que está sentada. Sin embargo está demostrado que basta que un persona dé 10 pasos para que esta presión se reduzca hasta 21 mm en la persona que está de pie y 23 mm en la persona que está sentada. Por ello se recomienda que el trabajador camine 2-4



minutos cada 15 minutos, diez pasos, para evitar la hinchazón de piernas y la aparición de varices. (Konz & Johnson, 2000) (Miedema 1997)(Chester 2001)

****Pausas de descanso**

Las pausas para descanso son importantes para reducir la fatiga muscular en un trabajador que labora de pie. Sin embargo está demostrado que la recuperación muscular por fatiga se logra en los primeros 5 minutos de descanso y que después de ello ya no se logra una beneficio adicional para el trabajador, por lo que se sugieren un esquema de descanso de 60 de trabajo con 5 de descanso para este tipo de trabajos. (Konz & Johnson, 2000; Van Dieen 1998)

2. Principios de ergonomía para las oficinas

Características de mesas de trabajo

- Deberá tener las dimensiones suficientes y permitir la colocación flexible de la pantalla, del teclado, de los documentos y del material accesorio.
- Las medidas mínimas de una mesa serán de 160 cm, de ancho por 80 cm de profundidad, siendo recomendables las de 180x80 cm. Si se utilizan monitores de gran tamaño, debe aumentarse la profundidad de la mesa (90 cm e incluso 100 cm), para que el operador pueda mantener una adecuada distancia visual a la pantalla.
- Es conveniente que se disponga de planos auxiliares (alas, superficies para reuniones) adjuntas y al mismo nivel que la superficie de trabajo principal, sobre todo en puestos de oficina con tareas muy variadas (informática + atención al público, informática + estudio, etc.). De esta forma el usuario podrá configurar diferentes zonas de actividad dentro de su puesto de trabajo y se aprovechará mejor el espacio.

- Debajo de la mesa debe quedar un espacio holgado para las piernas y para permitir movimientos. Deben evitarse los cajones y otros obstáculos que restrinjan su movimiento debajo de la mesa o que puedan ser fuente de golpes. Este espacio libre mínimo debajo del tablero debe ser de 70 cm de



ancho y con una altura libre de al menos 65 cm. Es recomendable que la altura libre alcance los 70 cm y que la anchura libre supere los 85 cm.

- En general, es preferible que los bloques de cajones no estén fijos a la mesa, ya que así el trabajador podrá colocarlos en la zona que más le convenga y aprovechará mejor la superficie de trabajo. Está recomendación es más importante cuanto menor sea la superficie del tablero de la mesa.

- Las recomendaciones para la altura de una mesa fija (debe quedar aproximadamente a la altura del codo cuando se está sentado) son de 72 ± 1.5 cm, hasta 75 ± 1.5 cm para usuarios muy altos. En general, no son necesarias las mesas de altura regulable, salvo que el trabajador presente alguna discapacidad motórica

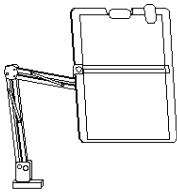


severa; en este caso, el rango de regulación de la altura está comprendido entre 68 y 76 cm. En el caso de trabajadores con discapacidad, deben analizarse de forma particularizada las adaptaciones necesarias.



- El trabajo informático exige unos niveles de espacio como los anteriormente descritos. Por ello, la mejor mesa para trabajar de forma intensiva con el ordenador es una mesa de despacho.
- La superficie de la mesa debe ser poco reflectante (acabados en mate). En general son preferibles los colores suaves y deberían evitarse las superficies muy oscuras, que producen contrastes muy fuertes entre el tablero y los documentos.
- Los bordes de la mesa no deben ser cortantes, evitando cantos agudos y cualquier tipo de saliente.
- Los cajones se deben deslizar suavemente sin realizar esfuerzos importantes.

Ubicación de documentos



Es conveniente disponer de atril para colocar los documentos. El soporte de documentos deberá ser estable y regulable y estará colocado de tal modo que se reduzcan al mínimo los movimientos incómodos de la cabeza y los ojos.

Sillas de trabajo

Las sillas de trabajo deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- El asiento de trabajo deberá ser estable, proporcionando al usuario libertad de movimientos y procurándole una postura confortable.
- Es necesario las sillas tengan ruedas y posibilidad de giro para permitir la movilidad y el acceso a los elementos de trabajo. Para garantizar su estabilidad, las sillas deben poseer al menos 5 brazos de apoyo al suelo y la base de apoyo deberá tener un diámetro superior a 50 cm.
- La altura del asiento deberá ser regulable.



- El asiento debe ser de forma más ó menos cuadrangular, con esquinas redondeadas y sin aristas ni cantos duros. El borde delantero debe ser suavemente curvado para evitar compresiones debajo de los muslos y rodillas.
- El relleno del asiento y del respaldo no debe ser demasiado mullido. Lo ideal es un relleno firme de 2 ó 3 cm. de espesor sobre una base dura.
- El tapizado y material de relleno debe permitir la transpiración y el intercambio de calor.
- La profundidad óptima del asiento será aquella que permite usar el respaldo sin que se note una presión excesiva debajo de las rodillas. Los usuarios más bajos pueden presentar este problema incluso con sillas adaptadas a la normativa correspondiente. La solución está en disponer de un reposapiés, solicitar una silla más pequeña o disponer de sillas con regulación de la profundidad del asiento.
- Es necesario que las sillas de trabajo dispongan de un adecuado apoyo lumbar. La altura del respaldo debe llegar como mínimo hasta la parte media de la espalda (debajo de los omóplatos). En tareas informáticas es conveniente que el respaldo sea más alto. El respaldo no debe ser demasiado ancho en la parte superior para no restar movilidad a los brazos.
- Las sillas destinadas a tareas informáticas (más de 4 horas al día de trabajo con ordenador) deben tener respaldo reclinable y regulable en altura. La comodidad del respaldo mejora si la silla dispone de sistemas como el contacto permanente (el respaldo acompaña a la espalda al moverse) o sincro (al cambiar la inclinación del respaldo, la del asiento se ajusta en una proporción determinada). Para que estos sistemas sean efectivos, el usuario debe haber recibido información sobre la forma de manejarlos.
- Los elementos de regulación deben ser simples en cuanto a su manejo y accesibles mientras se está sentado en la silla. Es imprescindible que el usuario disponga de información sobre la forma de regular su propia silla de trabajo: una silla con muchas regulaciones pero mal ajustada por el usuario



es más incómoda (y bastante más cara) que una silla sencilla y bien dimensionada.

- La existencia de reposabrazos permite dar apoyo y descanso a los hombros y brazos. Su superficie útil de apoyo debe ser de al menos 5 cm de ancho y estar formada por un material no rígido. Deben estar algo retrasados con respecto al borde del asiento para permitir acercarse a la mesa con comodidad.
- Al ajustar la altura de la silla respecto a la mesa (de forma que la mesa quede a la altura de los codos o algo más alta), es posible que los usuarios más bajos no puedan apoyar cómodamente los pies en el suelo. En este caso, deben solicitar un reposapiés. Las dimensiones recomendables del reposapiés son de 33 cm de profundidad, con una anchura de al menos 45 cm y una inclinación entre 10 y 25 grados. La superficie de apoyo debe ser antideslizante, así como la base del mismo, para evitar que acabe en el fondo de la mesa

Ubicación del monitor

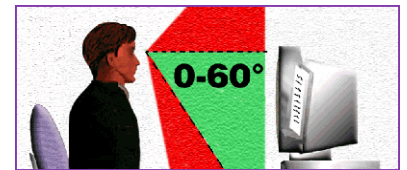
- El monitor debe estar ubicado de tal manera que sea posible sentarse de frente a la pantalla, evitando giros del cuello (ángulo de giro inferior a 35°). La distancia mínima entre los ojos y la pantalla debe ser de 46 cm y la máxima de 61 cm.



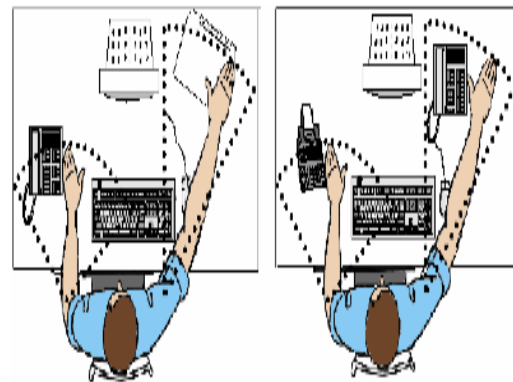
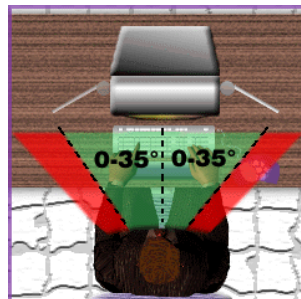
- El borde superior de la pantalla debe quedar a la altura de sus ojos o algo por debajo. La pantalla debe quedar ubicada en la zona de acceso visual del empleado.

Ubicación del teclado y mouse

El equipo que sea más frecuentemente utilizado se deberá situar en la zona de confort de alcance. Por zona de confort de alcance se entiende aquella área barrida por ambas manos sin necesidad de cambiar de postura. Esta área se calculará manteniendo los brazos extendidos hacia adelante.



Aproximadamente, se puede estimar como las dos terceras partes del alcance máximo de la mano. Se deberá, así mismo, tomar en consideración el hecho de que el operador sea zurdo. El teclado, mouse y teléfono deben ubicarse dentro de esta zona de confort (acceso fácil y máxima) (ISO 9241, Modelo 2004, Comisión de salud pública 1999)






ANEXO 3 INDICADORES DE GESTIÓN

 INDICADORES OBJETIVO DE CALIDAD INDUSTRIAS LAVCO LTDA. 2009									
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CÁLCULO	UNIDAD	FRECUENCIA		MÍNIMO	NORMAL	SUPERIOR	VALOR
PROCESO COMERCIAL									
Unidades pedidas por línea	Porcentaje en el que las ventas en unidades de la línea automática cumplen con la meta de ventas trazada por los departamentos de Producción y Comercial. (Tabla Meta/Pro. 2009)	De obtiene de comparar el dato de unidades pedidas de la línea de productos automáticos con las tablas de puntaje diseñadas para este indicador.	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Menos de 70%	Entre 70% y 80%	Más de 80%	20%
Precio de venta objetivo	Porcentaje en el que el nivel de precios promedio para la línea automática cumple con el nivel mínimo establecido por el departamento de Comercial y Producción. (Tabla Meta/Pro. 2009)	De obtiene de comparar el precio de las unidades pedidas de la línea automática con las tablas de puntaje diseñadas para este indicador.	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Menos de 90%	Entre 90 y 100%	Más de 100%	30%
Monto de ventas total	Es el porcentaje en el que se está cumpliendo la meta de presupuesto de ventas para el 2009.	Monto de ventas (\$) del mes dividido en la meta de ventas mensual para el 2009	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Menos de 90%	Entre 90% y 95%	Más del 90%	30%
Cartera	Nacional	Promedio de días transcurridos entre la fecha de factura y la fecha del pago efectivo, cliente a cliente para todos los pagos del mes. Mide el comportamiento de pago de los clientes.	Días	Mensual	Mensual	48 días o más	40 a 48 días	30 días o menos	10.0%
	Exportación					61 días o más	48 a 60 días	45 días o menos	10.0%
PROCESO PRODUCCIÓN									
Producción e inventario	Monitorear el volumen de producción de la planta y el comportamiento del inventario de productos terminados con el fin de asegurar una apropiada destinación. Se procurará asignar la capacidad de producción a la atención de pedidos y a mantener un nivel de inventario adecuado de productos de esta situación comercial.	No se requiere fórmula matemática. Se registra el total de la producción y el total del inventario al cierre del mes. Este último cuando se cumple le da un puntaje adicional al indicador.	Unidades previstas Unidades en inventario.	Mensual	Mensual	Menos de 17000 unidades	Entre 17000 y 20000 unidades	Más de 20000 unidades	30%
Unidades defectuosas	Monitorear la cantidad de defectos producidos por área y su porcentaje con relación a la producción total. (conformas y no conformas)	Total unidades defectuosas * 100 / Total unidades producidas. (conformas y no conformas)	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Gen.: Más de 7.1% Funci.: Más de 4.4% Mec.: Más de 1.7%	Gen.: De 6.7 a 7.1% Funci.: De 4.2 a 4.4% Mec.: De 1.6 a 1.7%	Gen.: Menor a 6.7% Funci.: Menor a 4.2% Mec.: Menor a 1.6%	30%
Productividad de la mano de obra en fundición	Determinar la cantidad de kilogramos de hierro fundido y/o productos en razón a la cantidad de mano de obra contratada	Kilogramos fundidos / Cantidad de personas contratadas para cargos operativos	Hombre	Mensual	Mensual	4799 o menos	4800 - 5900	Más de 5900	20%
Productividad de la mano de obra en mecanizado	Determinar la cantidad de productos mecanizados en razón a la cantidad de Mano de Obra contratada.	Productos fabricados / Mano de obra contratada para cargos operativos en mecanizado	Unidad/hombre	Mensual	Mensual	549 o menos	550 - 720	Más de 720	20%
PROCESO CALIDAD									
Cumplimiento Objetivo de Calidad	Mide el aporte desde cada proceso involucrado, para el logro del objetivo de calidad de la empresa. Por medio de este indicador, se identifica fácilmente las fallencias presentadas y su origen, para la toma de acciones inmediatas.	Relaciona los indicadores: Venta unidades por línea, Precio de venta objetivo, Total unidades defectuosas, Productividad de la mano de obra en fundición, Productividad de la mano de obra en mecanizado, Contabilidad de equipos y DPP	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Menos de 80%	Entre 80 y 85%	Más de 85%	30%
Satisfacción Cliente	Mide directamente la gestión realizada por los procesos de QUC para lograr mayor satisfacción del cliente.	Relaciona los indicadores: Tiempo promedio de atención a reclamos y Porcentaje de reclamos válidos.	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Menos de 80%	Entre 80 y 90%	Más de 90%	30%
Efectividad de la Organización	Este indicador refleja la contribución de los procesos para la disminución de gastos y obtención de resultados haciendo el mejor provecho de los recursos disponibles.	Relaciona los indicadores: Monto de ventas total, Cartera, Producción e inventario, Control de inventarios, Gestión del gasto de Mto y Gestión del gasto de Nomina.	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Menos de 90%	Entre 90 y 95%	Más de 95%	30%
Costo de No Calidades	Evalúa el costo de las no calidades resultadas de productos no conformes rechazados internamente y por el cliente.	Costo mensual de atención de reclamos * 2 producto no c - precio según tabla de meta de productos	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Mayor a 20 millones	Entre 40 y 50 millones	Menor a 40 millones	20%

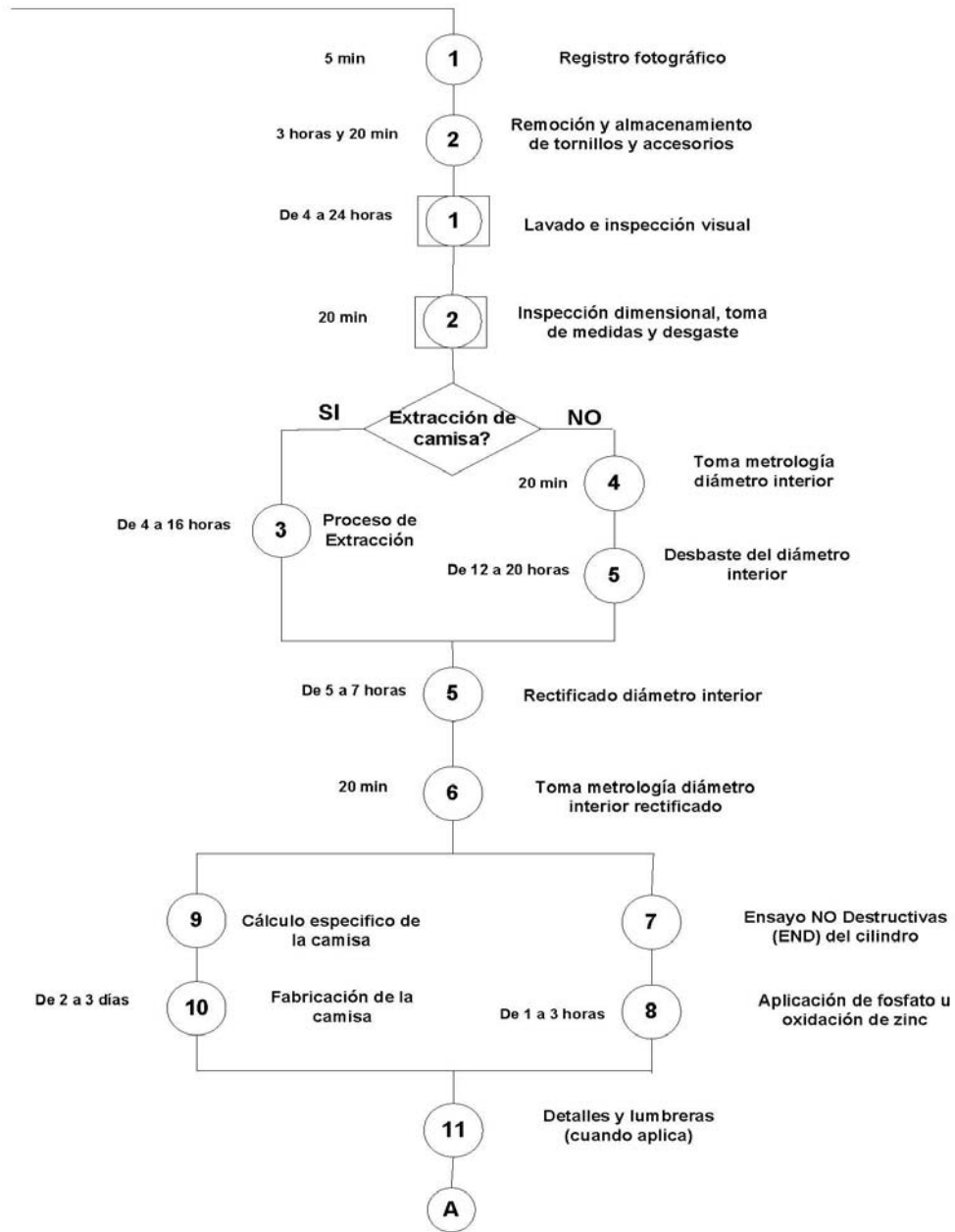


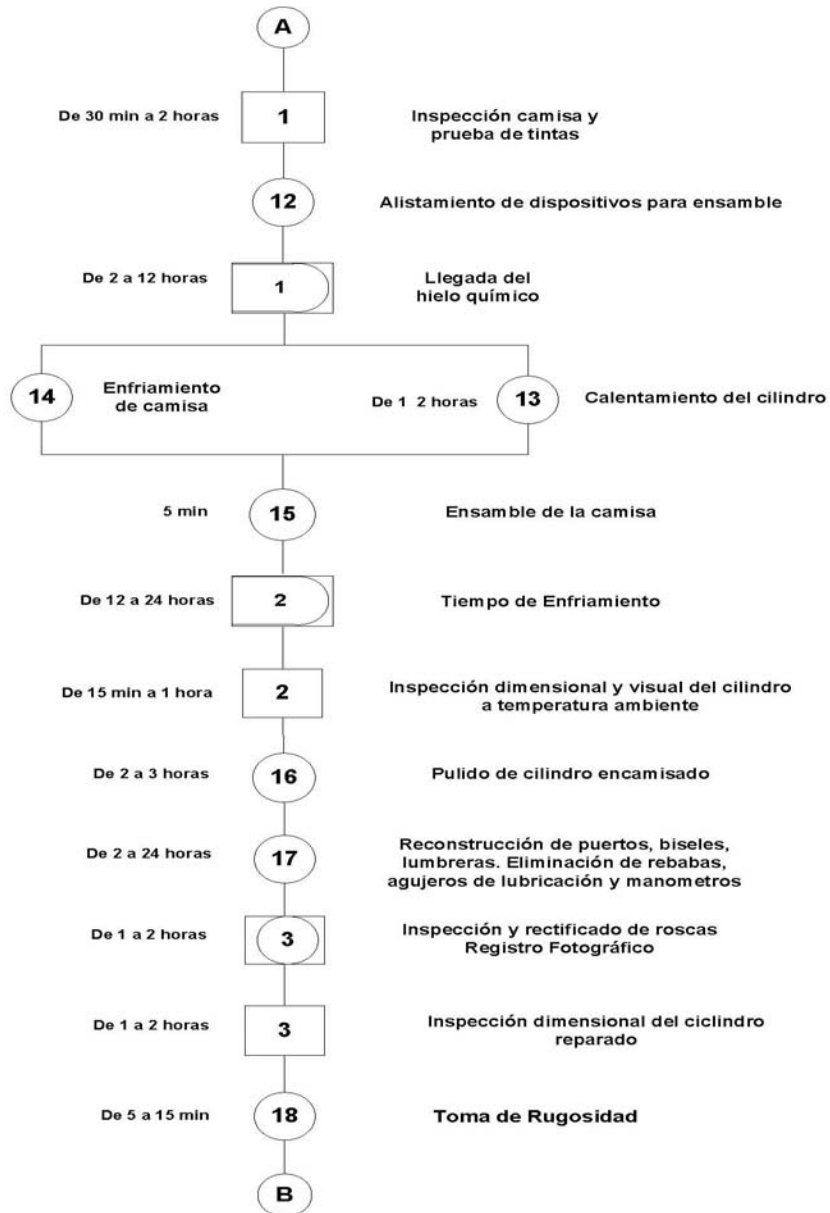
 INDICADORES OBJETIVO DE CALIDAD INDUSTRIAS LAVCO LTDA. 2009									
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CÁLCULO	UNIDAD	FRECUENCIA		MÍNIMO	NORMAL	SUPERIOR	VALOR
				MEDICIÓN	ANÁLISIS				
PROCESO RECURSO HUMANO									
Gestión de la nómina sobre el Gasto total de la Compañía	Mide el impacto del costo de la nómina sobre el gasto general de la compañía. Se pretende como meta anual mantener o reducir el promedio de gasto que ha significado la nómina sobre el gasto total de la compañía en los años 2004,2005 y 2008 . El promedio de gasto de nómina relacionado con el gasto total de la empresa para este periodo es 70,18%. Durante el año 2007 el promedio de gasto de nómina fue de 47,08%. Para el año 2008 se tuvo un promedio de 48,10% del gasto de la nómina en relación al gasto total de la empresa.	Se formula una meta de mejoría partiendo del valor total de la nómina incluyendo todos los conceptos, comparada contra el gasto total de la empresa. Es decir, se toma el valor de la nómina ejecutado sobre el valor del gasto total de la compañía para obtener el porcentaje de representabilidad de la nómina. Estos datos se obtienen del registro de nómina e información del área financiera.	Porcentaje	Mensual	Mensual	Que el valor mensual de la nómina sobre los gastos de la compañía sea igual o superior al 52,1%.	Valor del 52% al 48,1%	Valor de 48,00% o inferior	100%
PROCESO ABASTECIMIENTO Y LOGÍSTICA									
Control de Inventarios	Busca controlar el monto de inventario y simultáneamente garantizar la rotación de las compras ejecutadas. No se incluyen en su alcance las herramientas y equipos como taladros, fresas, ... y se efectúa tarea simultánea con mantenimiento de reducción a cargo de ellos.	(Inv. Inicial + compras - Inv. Final)	Cantidad	Mensual	Mensual	Mayor a \$ 70.000.000	Entre \$85.000.000 y \$70.000.000	Menor a \$85.000.000	100%
PROCESO MANTENIMIENTO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO									
Confiablez de Equipos	Se mide por la cantidad de paradas P1 de un equipo y la cantidad de horas dedicadas a P1 de un equipo en un año. Se considera el más confiable el de menor número de eventos y menor cantidad de horas dedicadas.	De acuerdo a las solicitudes de compra se tabula el número de eventos presentados en el mes dedicados a P1.	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Menor al 80%.	Entre 90 y 90,5%	Mayor a 90,5%	40%
Disponibilidad Programada de Planta	Resultado del tiempo de paradas no programadas P1 que afectaron la programación y por ende la producción. Su resultado es una medida indirecta de la Efectividad del Programa Preventivo. Si no obtiene buenos resultados debe replantearse totalmente el Preventivo. (No tiene en cuenta el P2).	$\%DPP = (DPP - P1) * 100 / DPP$	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Menor al 80%.	Entre 90 y 90,5%	Mayor a 90,5%	40%
Gestión del gasto del proceso de Mantenimiento	Indica la relación que existe entre el gasto mensual del proceso de Mantenimiento y los gastos mensuales de toda la compañía. Se buscará en 2007 mantener un comportamiento estable alineado con el Plan de Gestión	$\%GGM = Gasto Mto * 100 / Gasto Lavco$	Valor Porcentual	Mensual	Mensual	Menor al 8%.	Entre 8 y 10%	Mayor a 10%	20%

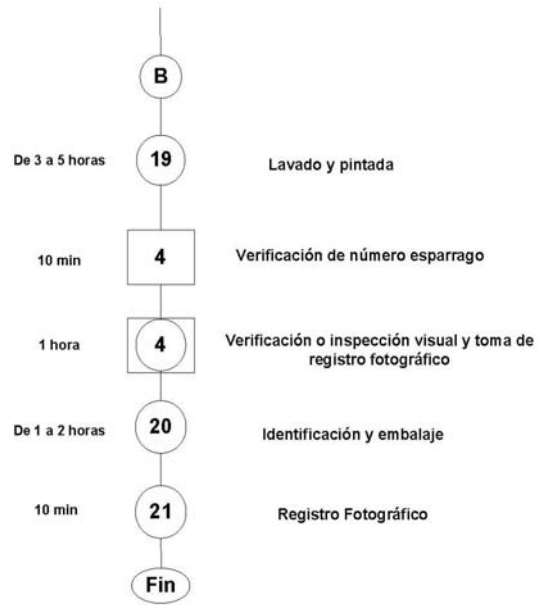
Fuente: Industrias Lavco

ANEXO 4

DIAGRAMA DE OPERACIONES

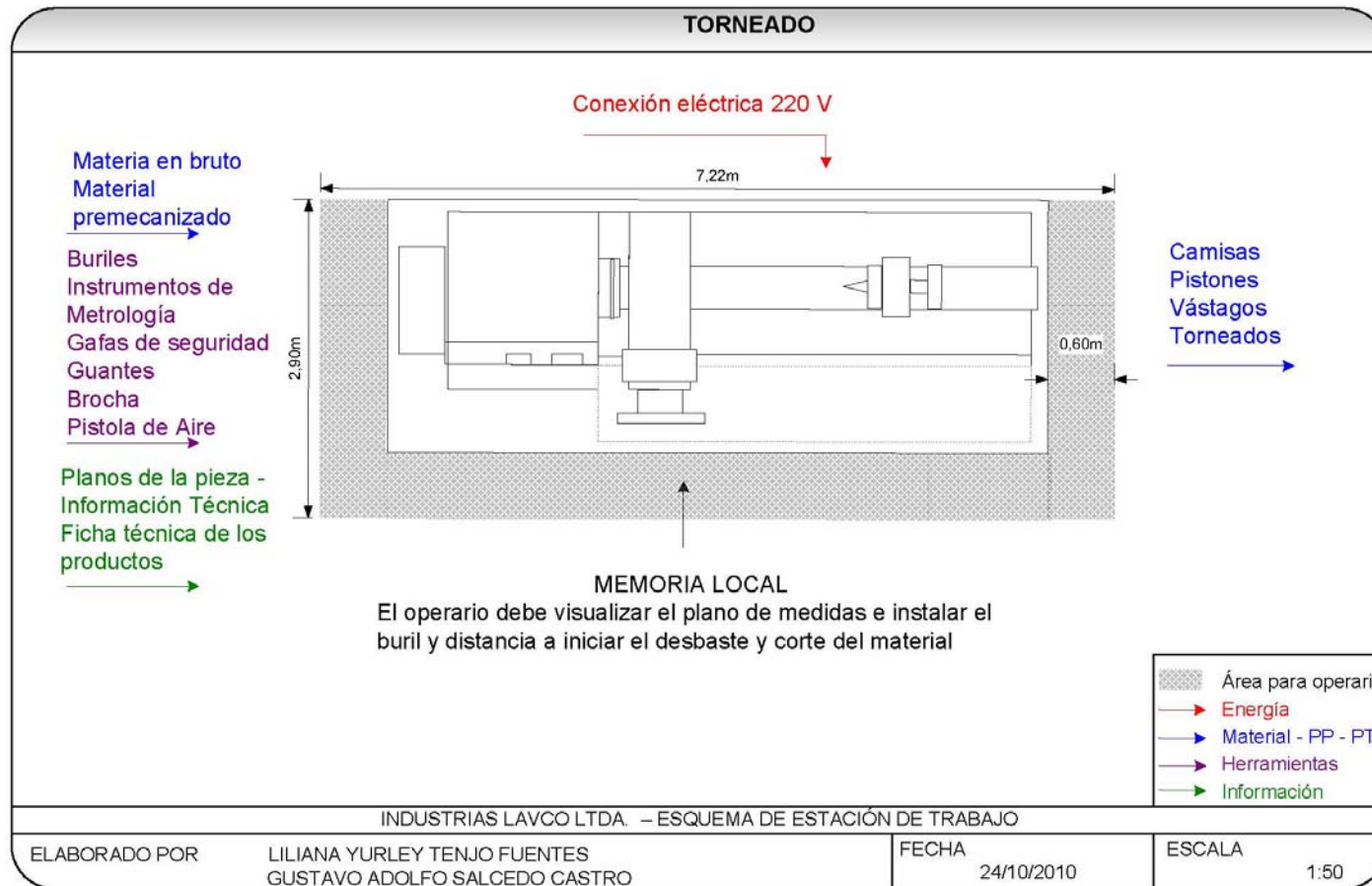


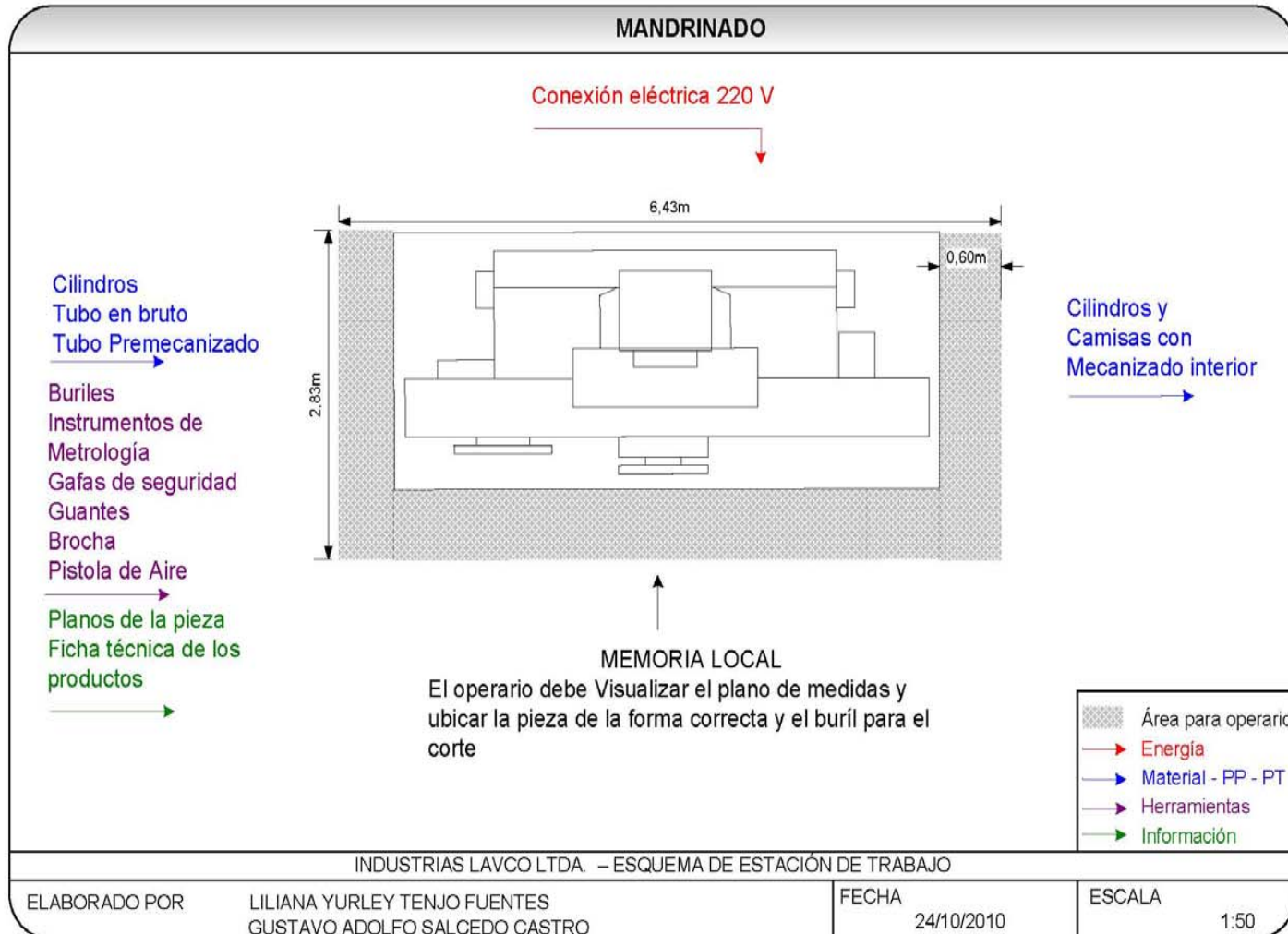


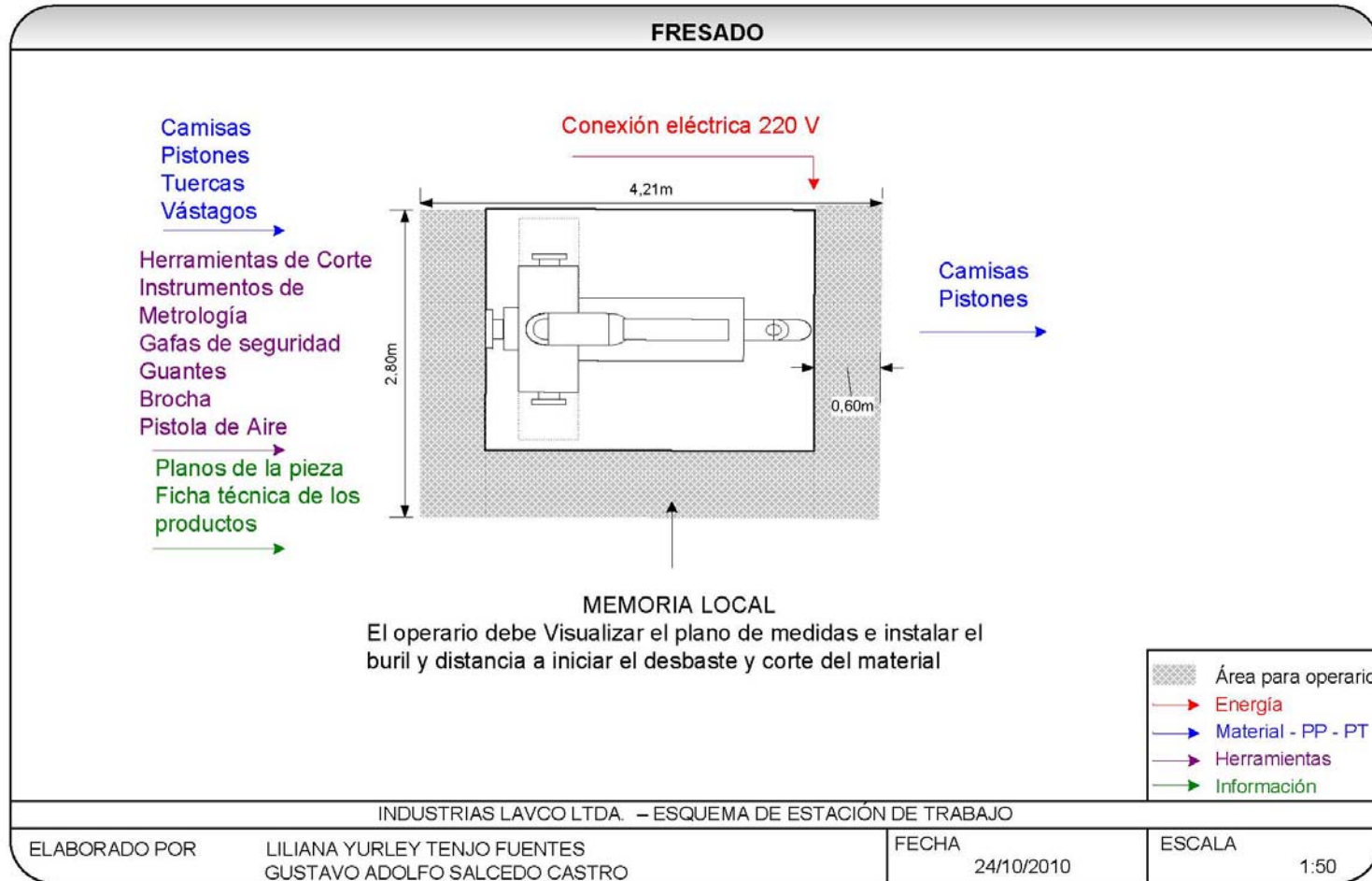


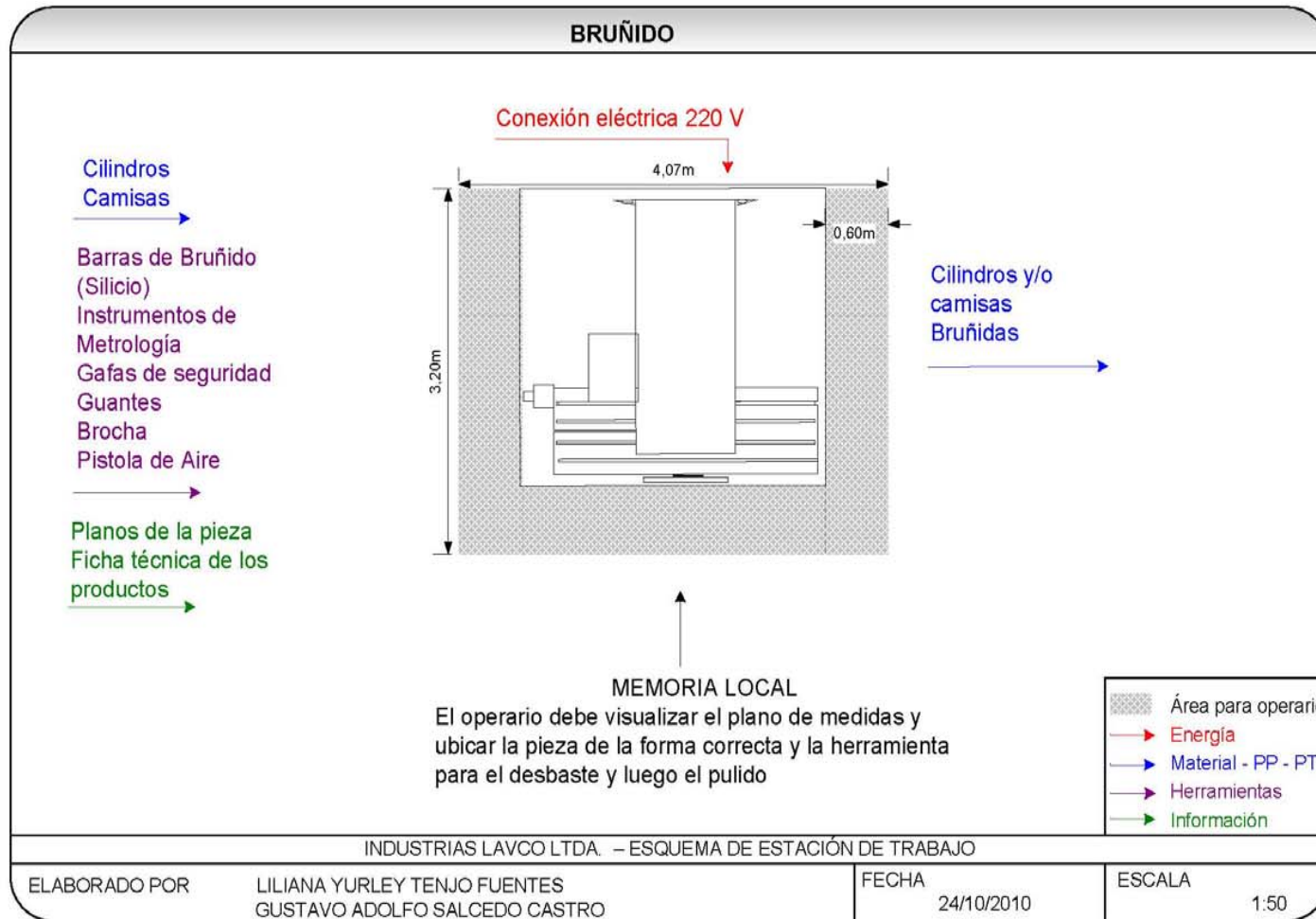
ANEXO 5

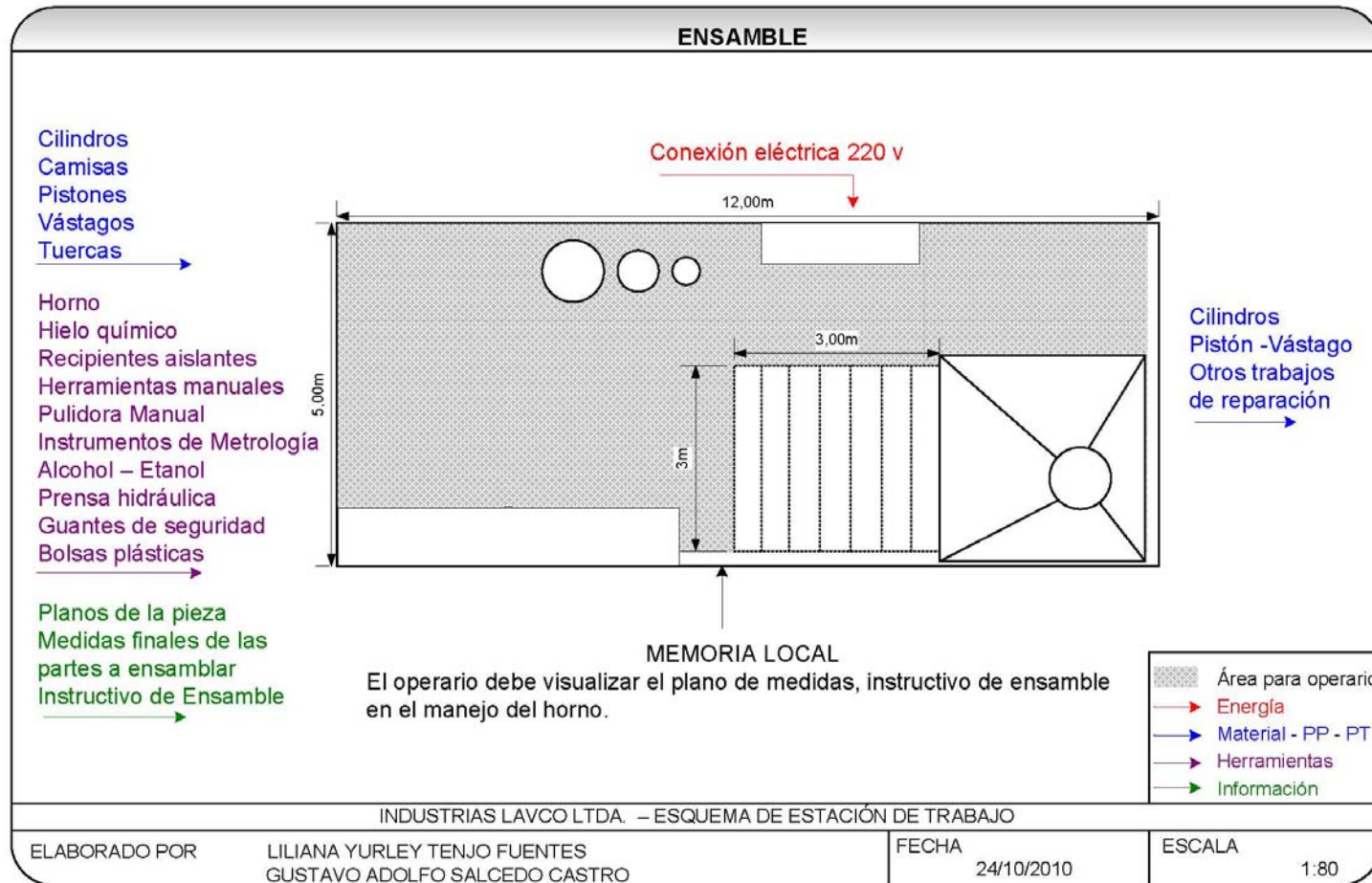
PLANTILLAS DE ESTACIÓN DE TRABAJO

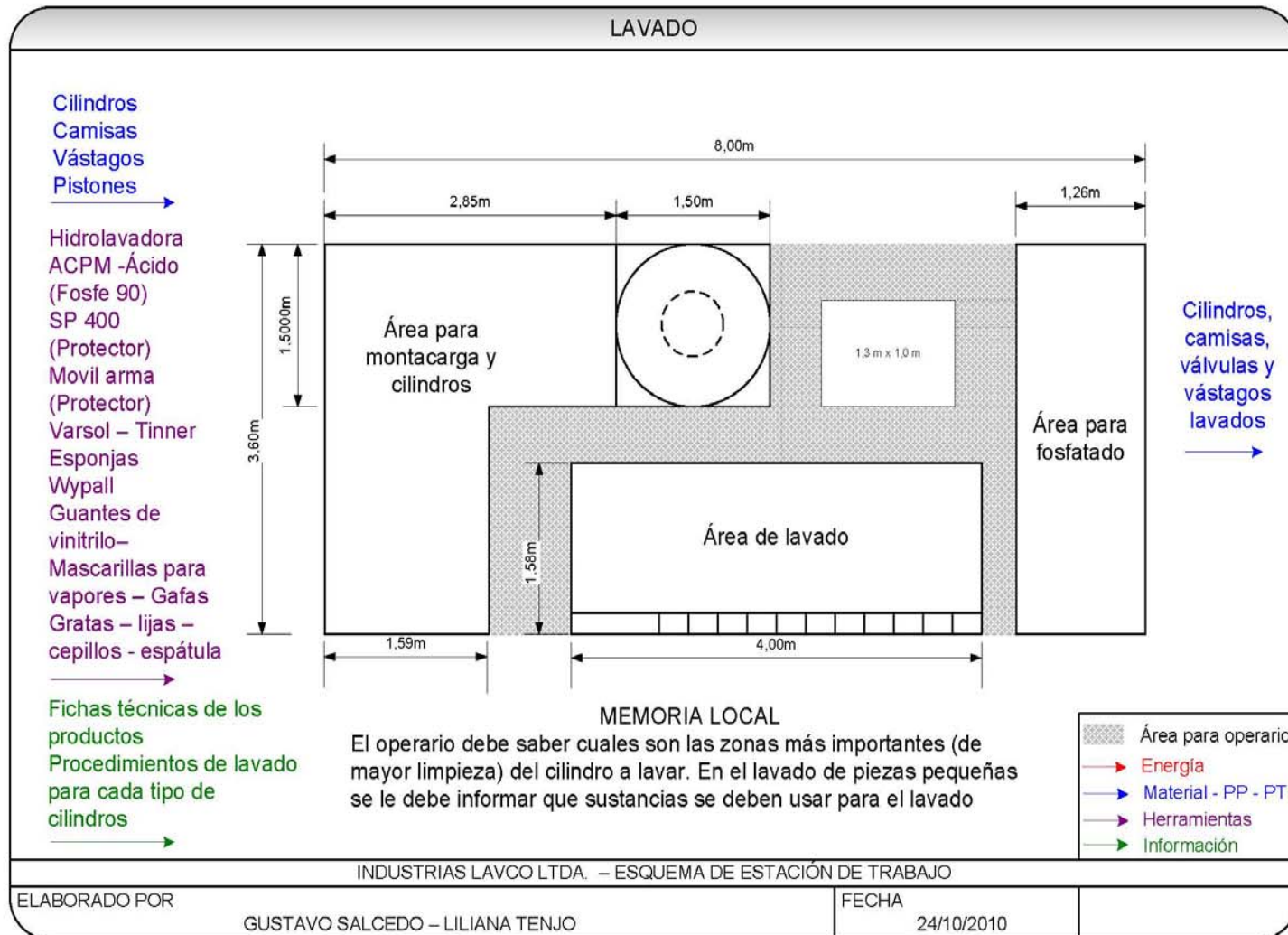


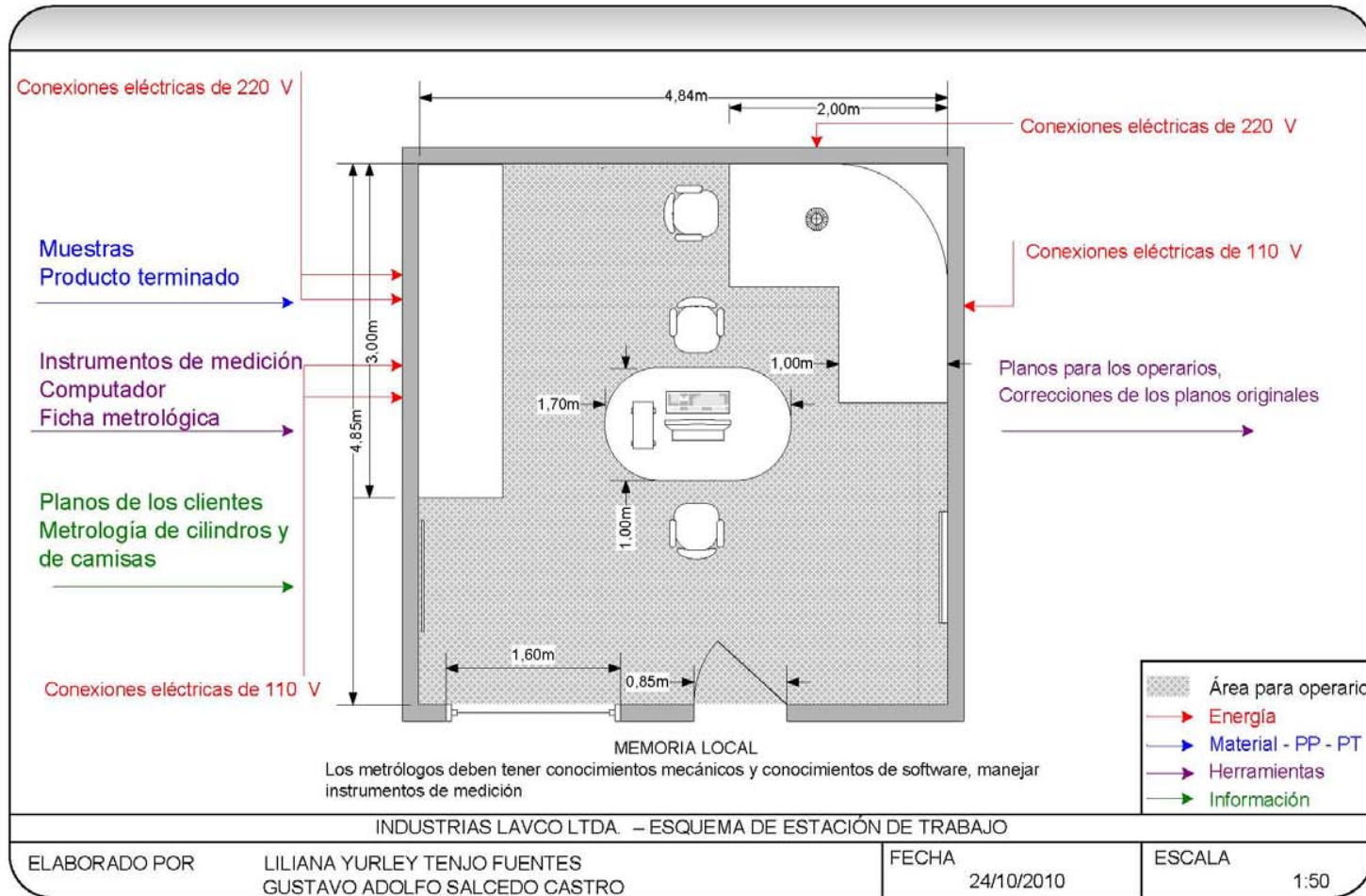






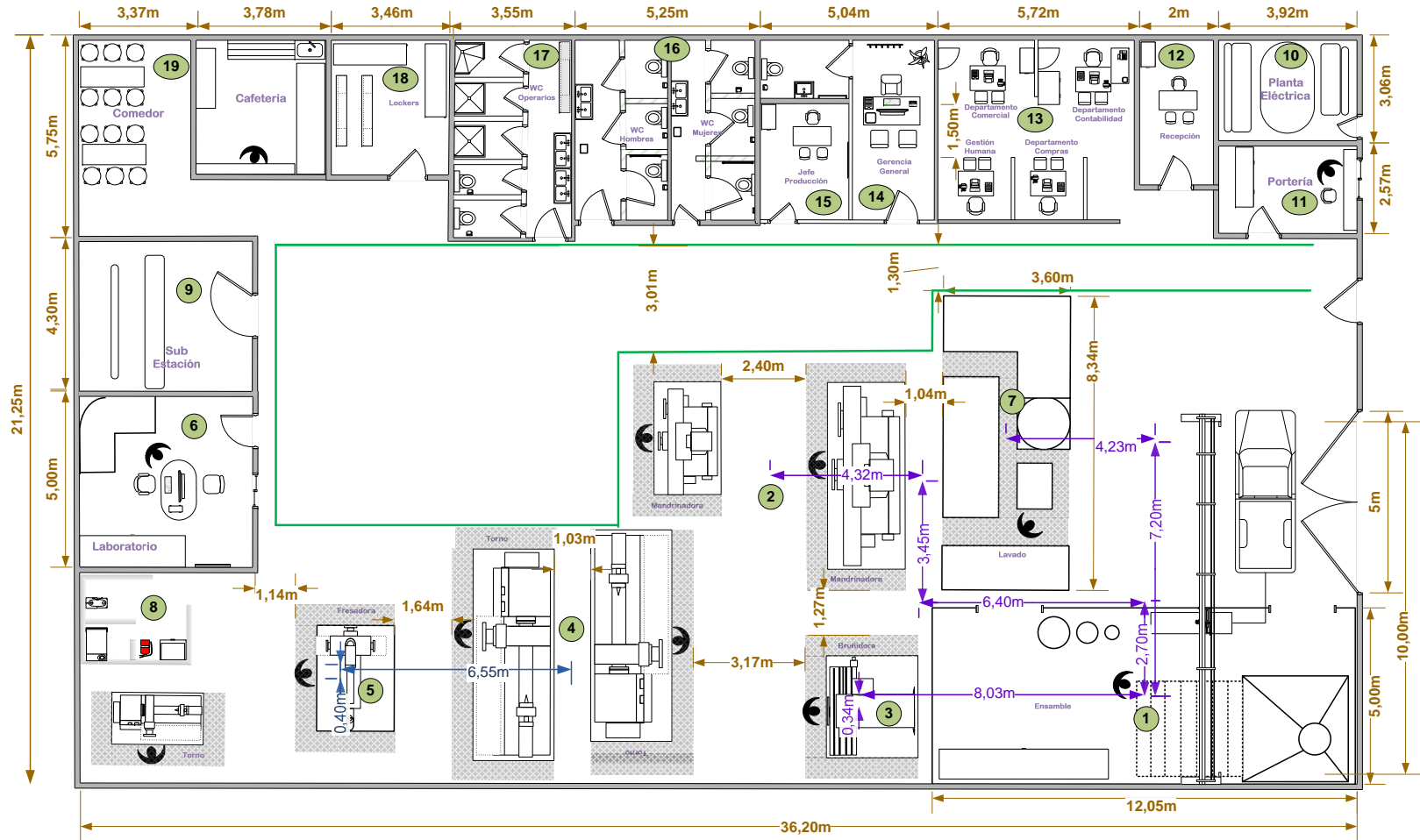






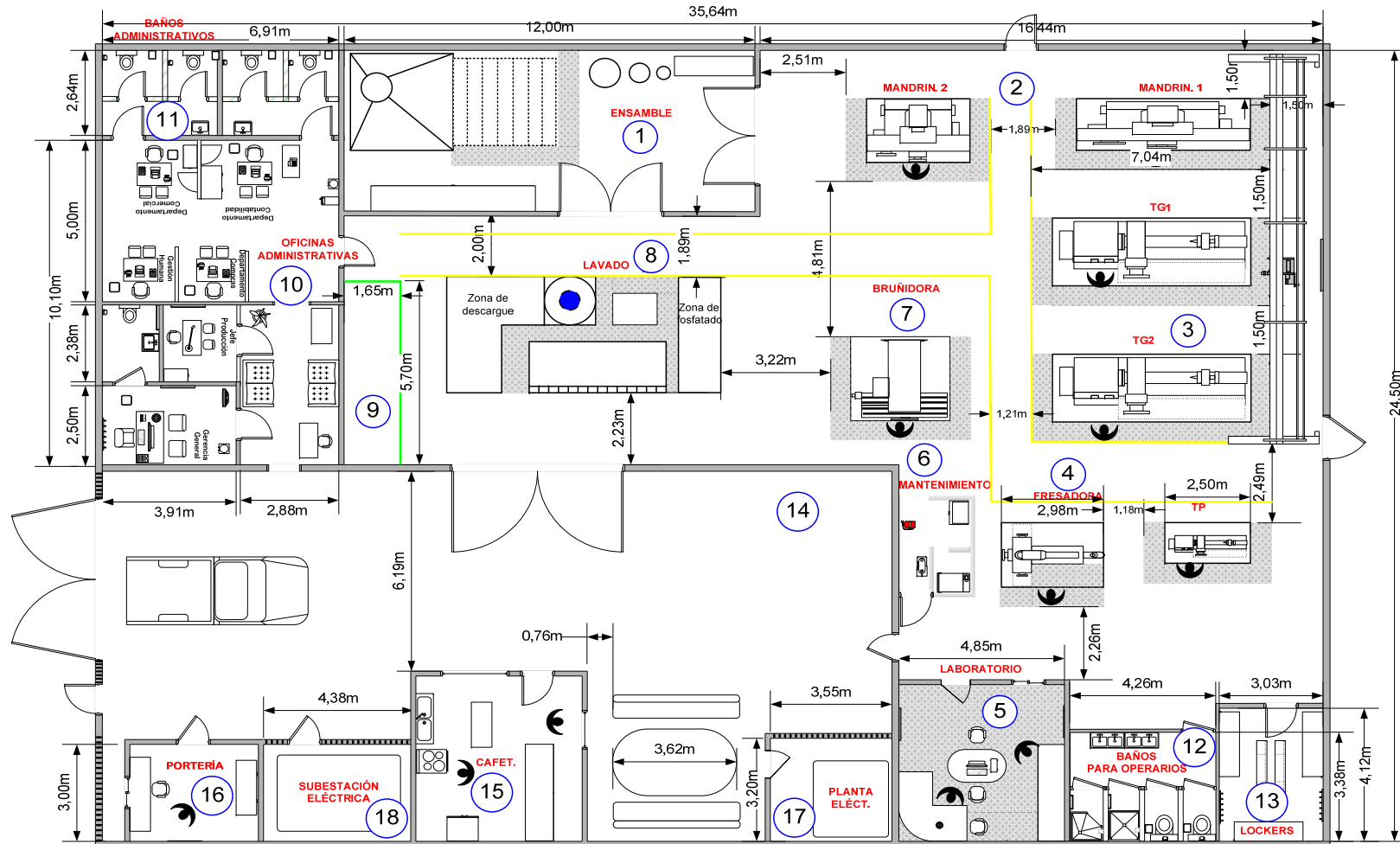


ANEXO 6 PLANO PROPUESTA 1



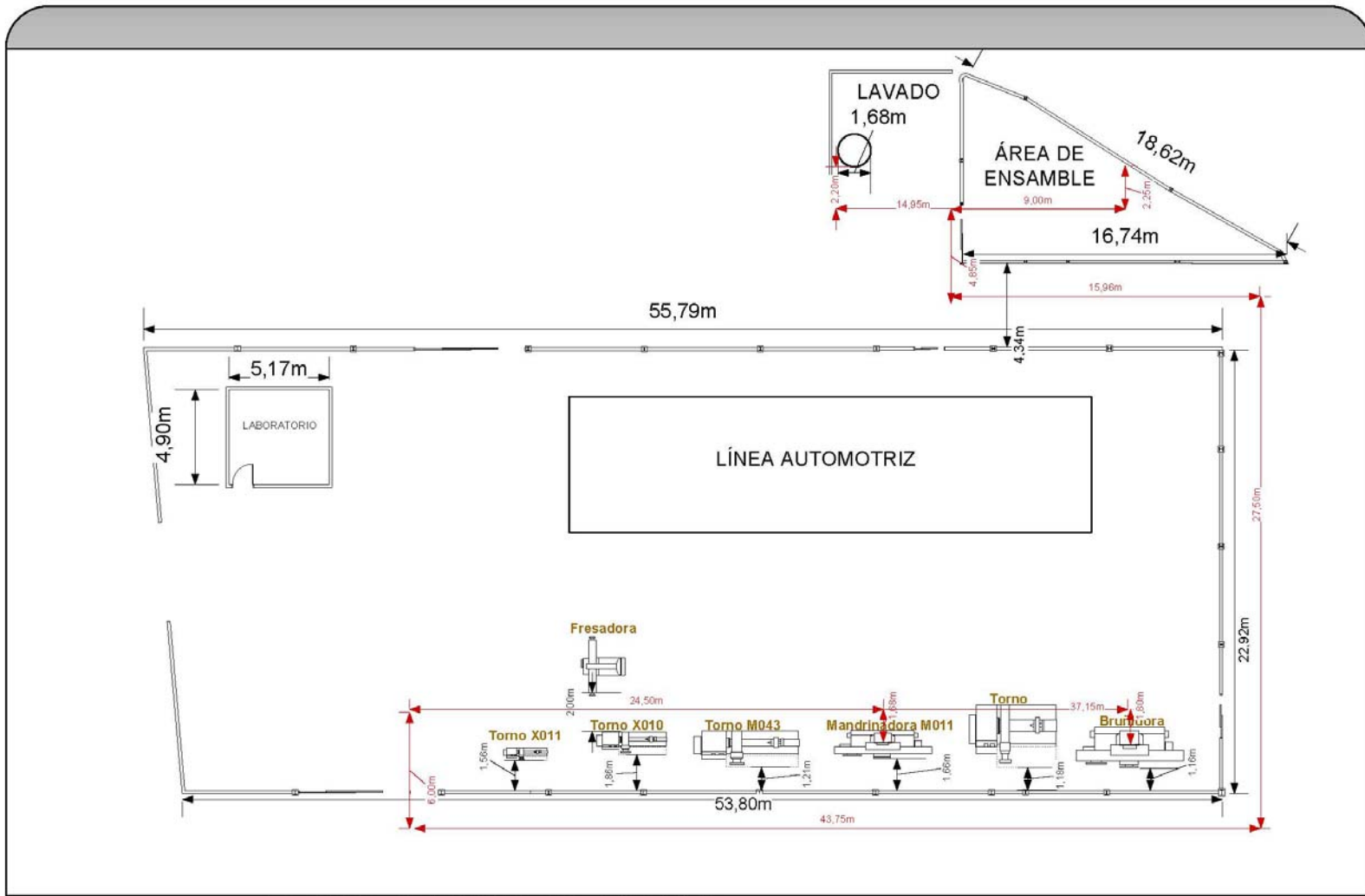


ANEXO 7 PLANO PROPUESTA 2





ANEXO 8 DISTRIBUCIÓN PLANTA ACTUAL



LAVCO LTDA. – PLANO DE LA PLANTA – PRIMER NIVEL

ELABORADO POR:
LILIANA YURLEY TENJO FUENTES
GUSTAVO ADOLFO SALCEDO CASTRO

FECHA
24/10/2010

ESCALA
1: 250



ANEXO 9.

PROPUESTA 1. PUENTE GRUA – 1 CILINDRO

General Report

Output from C:\Documents and Settings\Usuario\Escritorio\PROPUESTA 1
 PUENTE GRUA.MOD

Date: Oct/24/2010 Time: 09:14:21 PM

Scenario : Normal Run

Replication : All

Period : Final Report (0 sec to 58.87208333 hr Elapsed: 58.87208333 hr)

Simulation Time : 52.96803333 hr (Std. Dev. 9.62

LOCATIONS

Average

Location	Scheduled	Total	Minutes	Average	Maximum	
Current						
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents
Contents	% Util					

Entrada	58.87	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
(Rep 1)								



Entrada (Rep 2)	41.86	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 3)	58.17	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Average)	52.96	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Ensamble 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	7	108.01	0.21	2	0	
Ensamble 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	7	113.50	0.31	2	0	
Ensamble 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	7	146.11	0.29	2	0	
Ensamble 0.00 (Average)	52.96	999999	7	122.54	0.27	2	0	
Ensamble (Std. Dev.)	9.62	0	0	20.59	0.05	0	0	0.00
Ensamble remoc 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	1	144.40	0.04	1	0	
Ensamble remoc 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	1	152.93	0.06	1	0	



Ensamble remoc 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	1	136.40	0.03	1	0
Ensamble remoc 0.00 (Average)	52.96	999999	1	144.57	0.04	1	0
Ensamble remoc (Std. Dev.)	9.62	0	0	8.26	0.01	0	0 0.00
Lavado 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	2	239.22	0.13	1	0
Lavado 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	2	233.57	0.18	1	0
Lavado 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	2	220.59	0.12	1	0
Lavado 0.00 (Average)	52.96	999999	2	231.13	0.14	1	0
Lavado (Std. Dev.)	9.62	0	0	9.55	0.03	0	0 0.00
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	1	20.00	0.00	1	0
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	1	20.00	0.00	1	0
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	1	20.00	0.00	1	0



Ensamble inspec1 0.00 (Average)	52.96	999999	1	20.00	0.00	1	0	
Ensamble inspec1 (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	2	70.14	0.03	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	2	66.76	0.05	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	2	69.81	0.04	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Average)	52.96	999999	2	68.90	0.04	1	0	
Ensamble inspec2 (Std. Dev.)	9.62	0	0	1.86	0.00	0	0	0.00
Mandrinadora (Rep 1)	58.87	1	1	277.11	0.07	1	0	7.85
Mandrinadora 11.11 (Rep 2)	41.86	1	1	279.05	0.11	1	0	
Mandrinadora (Rep 3)	58.17	1	1	275.11	0.07	1	0	7.88
Mandrinadora (Average)	52.96	1	1	277.09	0.08	1	0	8.95



Mandrinadora (Std. Dev.)	9.62	0	0	1.96	0.01	0	0	1.87
Mandrinadora metrologia 0.42 (Rep 1)	58.87	1	1	15.00	0.00	1	0	
Mandrinadora metrologia 0.60 (Rep 2)	41.86	1	1	15.00	0.00	1	0	
Mandrinadora metrologia 0.43 (Rep 3)	58.17	1	1	15.00	0.00	1	0	
Mandrinadora metrologia 0.48 (Average)	52.96	1	1	15.00	0.00	1	0	
Mandrinadora metrologia 0.10 (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	0.00	0	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	1	60.00	0.01	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	1	60.00	0.02	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	1	60.00	0.01	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Average)	52.96	999999	1	60.00	0.01	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	0.00	0	0	



Ensamble limpieza 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Average)	52.96	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	0.00	0	0.00
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	2	1416.54	0.80	1	1
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	2	879.46	0.70	1	1
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	2	1262.57	0.72	1	1
Ensamble alistamiento 0.00 (Average)	52.96	999999	2	1186.19	0.74	1	1
Ensamble alistamiento 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	276.56	0.05	0	0



Ensamble enfriam 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	2	309.22	0.17	1	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	2	331.80	0.26	1	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	2	433.54	0.24	1	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Average)	52.96	999999	2	358.19	0.22	1	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	66.22	0.04	0	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	1	893.68	0.25	1	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	1	765.76	0.30	1	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	1	963.41	0.27	1	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Average)	52.96	999999	1	874.28	0.27	1	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	100.24	0.02	0	0	
Bruñidora (Rep 1)	58.87	1	1	152.71	0.04	1	0	4.32



Bruñidora (Rep 2)	41.86	1	1	139.37	0.05	1	0	5.55
Bruñidora (Rep 3)	58.17	1	1	159.68	0.04	1	0	4.58
Bruñidora (Average)	52.96	1	1	150.58	0.04	1	0	4.82
Bruñidora (Std. Dev.)	9.62	0	0	10.31	0.00	0	0	0.65
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	1	1072.22	0.30	1		
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	1	234.05	0.09	1		
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	1	992.39	0.28	1		
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Average)	52.96	999999	1	766.22	0.22	1		
Ensamble reconspuertos 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	462.59	0.11	0	0	
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	1	10.00	0.00	1	0	
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	1	10.00	0.00	1	0	



Ensamble esparragos 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	1	10.00	0.00	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Average)	52.96	999999	1	10.00	0.00	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 1)	58.87	999999	1	103.68	0.02	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 2)	41.86	999999	1	85.14	0.03	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 3)	58.17	999999	1	111.87	0.03	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Average)	52.96	999999	1	100.23	0.03	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	13.69	0.00	0	0
Banda Ensamble Lavado 0.00 (Rep 1)	58.87	1	2	0.15	8.80	1	0
Banda Ensamble Lavado 0.00 (Rep 2)	41.86	1	2	0.15	0.00	1	0
Banda Ensamble Lavado 0.00 (Rep 3)	58.17	1	2	0.15	8.91	1	0



Banda Ensamble Lavado 0.00 (Average)	52.96	1	2	0.15	0.00	1	0
Banda Ensamble Lavado 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	2.03	0	0
Banda Ensamble mandrinad 0.00 (Rep 1)	58.87	1	1	0.26	7.61	1	0
Banda Ensamble mandrinad 0.00 (Rep 2)	41.86	1	1	0.26	0.00	1	0
Banda Ensamble mandrinad 0.00 (Rep 3)	58.17	1	1	0.26	7.70	1	0
Banda Ensamble mandrinad 0.00 (Average)	52.96	1	1	0.26	8.67	1	0
Banda Ensamble mandrinad 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	1.76	0	0
BandaEnsamble bruñidora 0.00 (Rep 1)	58.87	1	1	0.12	3.56	1	0
BandaEnsamble bruñidora 0.00 (Rep 2)	41.86	1	1	0.12	5.01	1	0
BandaEnsamble bruñidora 0.00 (Rep 3)	58.17	1	1	0.12	3.61	1	0
BandaEnsamble bruñidora 0.00 (Average)	52.96	1	1	0.12	4.06	1	0



BandaEnsamble bruñidora 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	8.24	0	0
Banda Lavado ensamble 0.00 (Rep 1)	58.87	1	2	0.16	9.59	1	0
Banda Lavado ensamble 0.00 (Rep 2)	41.86	1	2	0.16	0.00	1	0
Banda Lavado ensamble 0.00 (Rep 3)	58.17	1	2	0.16	9.71	1	0
Banda Lavado ensamble 0.00 (Average)	52.96	1	2	0.16	0.00	1	0
Banda Lavado ensamble 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	2.21	0	0
Banda mandrinad ensamble 0.00 (Rep 1)	58.87	1	1	0.27	7.89	1	0
Banda mandrinad ensamble 0.00 (Rep 2)	41.86	1	1	0.27	0.00	1	0
Banda mandrinad ensamble 0.00 (Rep 3)	58.17	1	1	0.27	7.99	1	0
Banda mandrinad ensamble 0.00 (Average)	52.96	1	1	0.27	9.00	1	0
Banda mandrinad ensamble 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	1.82	0	0



Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 1)	58.87	1	1	0.12	3.62	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 2)	41.86	1	1	0.12	5.09	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 3)	58.17	1	1	0.12	3.66	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Average)	52.96	1	1	0.12	4.12	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Std. Dev.)	9.62	0	0	0.00	8.37	0	0

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

Location	Scheduled	% Empty	% Partially Occupied	% Full	% Down
Entrada	58.87	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)
Entrada	41.86	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 2)



Entrada	58.17	100.00	0.00	0.00	0.00	(Rep 3)
Entrada	52.96	100.00	0.00	0.00	0.00	(Average)
Entrada	9.62	0.00	0.00	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Ensamble	58.87	81.64	18.36	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble	41.86	72.05	27.95	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble	58.17	73.80	26.20	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble	52.96	75.83	24.17	0.00	0.00	(Average)
Ensamble	9.62	5.11	5.11	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Ensamble remoc	58.87	95.91	4.09	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble remoc	41.86	93.91	6.09	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble remoc	58.17	96.09	3.91	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble remoc	52.96	95.31	4.69	0.00	0.00	(Average)
Ensamble remoc	9.62	1.21	1.21	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Lavado	58.87	86.45	13.55	0.00	0.00	(Rep 1)
Lavado	41.86	81.40	18.60	0.00	0.00	(Rep 2)
Lavado	58.17	87.36	12.64	0.00	0.00	(Rep 3)
Lavado	52.96	85.07	14.93	0.00	0.00	(Average)



Lavado	9.62	3.21	3.21	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec1	58.87	99.43	0.57	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec1	41.86	99.20	0.80	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble inspec1	58.17	99.43	0.57	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec1	52.96	99.35	0.65	0.00		0.00	(Average)
Ensamble inspec1	9.62	0.13	0.13	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec2	58.87	96.03	3.97	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec2	41.86	94.68	5.32	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble inspec2	58.17	96.00	4.00	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec2	52.96	95.57	4.43	0.00		0.00	(Average)
Ensamble inspec2	9.62	0.77	0.77	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble pruebatinta	58.87	98.30	1.70	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble pruebatinta	41.86	97.61	2.39	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble pruebatinta	58.17	98.28	1.72	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble pruebatinta	52.96	98.06	1.94	0.00		0.00	(Average)
Ensamble pruebatinta	9.62	0.39	0.39	0.00		0.00	(Std. Dev.)



Ensamble limpieza	58.87	99.58	0.42	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble limpieza	41.86	99.40	0.60	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble limpieza	58.17	99.57	0.43	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble limpieza	52.96	99.52	0.48	0.00		0.00	(Average)
Ensamble limpieza	9.62	0.10	0.10	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble alistamiento	58.87	19.80	80.20	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble alistamiento	41.86	29.97	70.03	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble alistamiento	58.17	27.65	72.35	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble alistamiento	52.96	25.81	74.19	0.00		0.00	(Average)
Ensamble alistamiento	9.62	5.33	5.33	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble enfriam	58.87	82.49	17.51	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble enfriam	41.86	73.58	26.42	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble enfriam	58.17	75.16	24.84	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble enfriam	52.96	77.08	22.92	0.00		0.00	(Average)
Ensamble enfriam	9.62	4.76	4.76	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble temp amb	58.87	74.70	25.30	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble temp amb	41.86	69.51	30.49	0.00		0.00	(Rep 2)



Ensamble temp amb	58.17	72.40	27.60	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble temp amb	52.96	72.20	27.80	0.00		0.00	(Average)
Ensamble temp amb	9.62	2.60	2.60	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble reconspuertos	58.87	69.65	30.35	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble reconspuertos	41.86	90.68	9.32	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble reconspuertos	58.17	71.57	28.43	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble reconspuertos	52.96	77.30	22.70	0.00		0.00	(Average)
Ensamble reconspuertos	9.62	11.63	11.63	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble esparragos	58.87	99.72	0.28	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble esparragos	41.86	99.60	0.40	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble esparragos	58.17	99.71	0.29	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble esparragos	52.96	99.68	0.32	0.00		0.00	(Average)
Ensamble esparragos	9.62	0.07	0.07	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble embalaje	58.87	97.06	2.94	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble embalaje	41.86	96.61	3.39	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble embalaje	58.17	96.79	3.21	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble embalaje	52.96	96.82	3.18	0.00		0.00	(Average)



Ensamble embalaje 9.62 0.23 0.23 0.00 | 0.00 (Std. Dev.)

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

Location	Scheduled	%	%	%	%	%	%
Name	Hours	Operation	Setup	Idle	Waiting	Blocked	Down
Mandrinadora	58.87	7.85	0.00	92.15	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)
Mandrinadora	41.86	11.11	0.00	88.89	0.00	0.00	0.00 (Rep 2)
Mandrinadora	58.17	7.88	0.00	92.12	0.00	0.00	0.00 (Rep 3)
Mandrinadora (Average)	52.96	8.95	0.00	91.05	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora	9.62	1.87	0.00	1.87	0.00	0.00	0.00 (Std. Dev.)
Mandrinadora metrologia (Rep 1)	58.87	0.42	0.00	99.58	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 2)	41.86	0.60	0.00	99.40	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 3)	58.17	0.43	0.00	99.57	0.00	0.00	0.00



Mandrinadora metrologia (Average)	52.96	0.48	0.00	99.52	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Std. Dev.)	9.62	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 1)	58.87	4.32	0.00	95.68	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 2)	41.86	5.55	0.00	94.45	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 3)	58.17	4.58	0.00	95.42	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Average)	52.96	4.82	0.00	95.18	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Std. Dev.)	9.62	0.65	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble Lavado (Rep 1)	58.87	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble Lavado (Rep 2)	41.86	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble Lavado (Rep 3)	58.17	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble Lavado (Average)	52.96	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble Lavado (Std. Dev.)	9.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Banda Ensamble mandrinad (Rep 1)	58.87	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble mandrinad (Rep 2)	41.86	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble mandrinad (Rep 3)	58.17	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble mandrinad (Average)	52.96	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble mandrinad (Std. Dev.)	9.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BandaEnsamble bruñidora (Rep 1)	58.87	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
BandaEnsamble bruñidora (Rep 2)	41.86	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
BandaEnsamble bruñidora (Rep 3)	58.17	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
BandaEnsamble bruñidora (Average)	52.96	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
BandaEnsamble bruñidora (Std. Dev.)	9.62	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Banda Lavado ensamble (Rep 1)	58.87	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00



Banda Lavado ensamble (Rep 2)	41.86	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Lavado ensamble (Rep 3)	58.17	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Lavado ensamble (Average)	52.96	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Lavado ensamble (Std. Dev.)	9.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 1)	58.87	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 2)	41.86	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 3)	58.17	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Average)	52.96	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Std. Dev.)	9.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Rep 1)	58.87	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Rep 2)	41.86	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00



Banda Bruñidora ensamble (Rep 3)	58.17	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Average)	52.96	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Std. Dev.)	9.62	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00

FAILED ARRIVALS

Entity	Location	Total
Name	Name	Failed
-----	-----	-----
Cilindros	Entrada	0 (Rep 1)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 2)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 3)
Cilindros	Entrada	0 (Average)
Cilindros	Entrada	0 (Std. Dev.)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 1)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 2)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 3)



Camisa ensamblar Entrada 0 (Average)

Camisa ensamblar Entrada 0 (Std. Dev.)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Quantity In System	Average Current Minutes		Average Move Minutes		Average Wait For In	
			In System	Move System	Wait For Logic Res, etc.	Operation Blocked		
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Average)



Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	2	0	310.32	0.40	0.00	309.92	0.00	(Rep 1)
Hielo	2	0	332.90	0.40	0.00	332.50	0.00	(Rep 2)
Hielo	2	0	434.64	0.40	0.00	434.24	0.00	(Rep 3)
Hielo	2	0	359.29	0.40	0.00	358.89	0.00	(Average)
Hielo	0	0	66.22	0.00	0.00	66.22	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)



Camisa ensamblar 1)	1	0	807.66	1.30	280.55	76.03	449.77	(Rep 1)
Camisa ensamblar 2)	1	0	818.12	1.30	245.61	84.16	487.05	(Rep 2)
Camisa ensamblar 3)	1	0	797.65	1.30	291.94	72.72	431.68	(Rep 3)
Camisa ensamblar (Average)	1	0	807.81	1.30	272.70	77.64	456.17	
Camisa ensamblar (Std. Dev.)	0	0	10.23	0.00	24.14	5.88	28.23	(Std. Dev.)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Average)
Camisa enfriada	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Cilindro reparado 1)	1	0	3532.32	30.50	0.10	3501.72	0.00	(Rep 1)
Cilindro reparado 2)	1	0	2511.66	30.50	0.10	2481.06	0.00	(Rep 2)
Cilindro reparado 3)	1	0	3490.26	30.50	0.10	3459.66	0.00	(Rep 3)



Cilindro reparado	1	0	3178.08	30.50	0.10	3147.48	0.00	
(Average)								
Cilindro reparado	0	0	577.52	0.00	0.00	577.52	0.00	(Std. Dev.)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

	%	%		
Entity	In Move	Wait For	%	%
Name	Logic	Res, etc.	In Operation	Blocked
-----	-----	-----	-----	-----
Cilindros	-	-	-	(Rep 1)
Cilindros	-	-	-	(Rep 2)
Cilindros	-	-	-	(Rep 3)
Cilindros	-	-	-	(Average)



Cilindros	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 1)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 2)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 3)
Solicitud	-	-	-	-	(Average)
Solicitud	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	0.13	0.00	99.87	0.00	(Rep 1)
Hielo	0.12	0.00	99.88	0.00	(Rep 2)
Hielo	0.09	0.00	99.91	0.00	(Rep 3)
Hielo	0.11	0.00	99.89	0.00	(Average)
Hielo	0.02	0.00	0.02	0.00	(Std. Dev.)



pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar	0.16	34.74	9.41	55.69	(Rep 1)
Camisa ensamblar	0.16	30.02	10.29	59.53	(Rep 2)
Camisa ensamblar	0.16	36.60	9.12	54.12	(Rep 3)
Camisa ensamblar	0.16	33.79	9.61	56.45	(Average)
Camisa ensamblar	0.00	3.39	0.61	2.79	(Std. Dev.)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 3)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Average)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Cilindro reparado	0.86	0.00	99.13	0.00	(Rep 1)
Cilindro reparado	1.21	0.00	98.78	0.00	(Rep 2)



Cilindro reparado	0.87	0.00	99.12	0.00 (Rep 3)
Cilindro reparado	0.98	0.00	99.01	0.00 (Average)
Cilindro reparado	0.20	0.00	0.20	0.00 (Std. Dev.)
pp1 con c	-	-	-	- (Rep 1)
pp1 con c	-	-	-	- (Rep 2)
pp1 con c	-	-	-	- (Rep 3)
pp1 con c	-	-	-	- (Average)
pp1 con c	-	-	-	- (Std. Dev.)

PROPUESTA 1. PUENTE GRUA – 6 CILINDRO

General Report

Output from C:\Documents and Settings\Usuario\Escritorio\PROPUESTA 1
PUENTE GRUA.MOD

Date: Oct/24/2010 Time: 09:20:44 PM

Scenario : Normal Run

Replication : All

Period : Final Report (0 sec to 73.11973333 hr Elapsed: 73.11973333 hr)

Simulation Time : 68.54485 hr (Std. Dev. 4.04



LOCATIONS

Location	Average							
	Scheduled	Total	Minutes	Average	Maximum			
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents		
Contents % Util								
Entrada (Rep 1)	73.11	999999	30	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 2)	65.43	999999	28	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 3)	67.07	999999	29	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Average)	68.54	999999	29	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Std. Dev.)	4.04	0	1	0.00	0	0	0	0.00
Ensamble 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	42	286.10	2.73	12	7	
Ensamble 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	38	361.45	3.49	12	9	
Ensamble 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	40	334.28	3.32	12	8	



Ensamble	68.54	999999	40	327.28	3.18	12	8	
0.00 (Average)								
Ensamble	4.04	0	2	38.15	0.39	0	1	0.00
(Std. Dev.)								
Ensamble remoc	73.11	999999	6	140.52	0.19	6	0	
0.00 (Rep 1)								
Ensamble remoc	65.43	999999	6	147.67	0.22	6	0	
0.00 (Rep 2)								
Ensamble remoc	67.07	999999	6	144.98	0.21	6	0	
0.00 (Rep 3)								
Ensamble remoc	68.54	999999	6	144.39	0.21	6	0	
0.00 (Average)								
Ensamble remoc	4.04	0	0	3.60	0.01	0	0	0.00
(Std. Dev.)								
Lavado	73.11	999999	12	230.49	0.63	6	0	
0.00 (Rep 1)								
Lavado	65.43	999999	10	239.25	0.60	6	0	
0.00 (Rep 2)								
Lavado	67.07	999999	11	236.97	0.64	6	0	
0.00 (Rep 3)								
Lavado	68.54	999999	11	235.57	0.62	6	0	
0.00 (Average)								



Lavado (Std. Dev.)	4.04	0	1	4.54	0.01	0	0	0.00
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	6	440.63	0.60	4	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	5	377.74	0.48	3	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	6	434.89	0.64	4	0	
Ensamble inspec1 0 0.00 (Average)	68.54	999999	5.66	417.75	0.57	3.66		
Ensamble inspec1 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	0.57	34.77	0.08	0.57	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	12	68.70	0.18	2	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	9	151.17	0.34	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	10	68.96	0.17	3	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Average)	68.54	999999	10.33	96.27	0.23	2	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	1.52	47.53	0.09	1	0	



Mandrinadora 36.07 (Rep 1)	73.11	1	6	263.72	0.36	1	0	
Mandrinadora 55.90 (Rep 2)	65.43	1	6	365.77	0.55	1	0	
Mandrinadora 40.55 (Rep 3)	67.07	1	6	271.98	0.40	1	0	
Mandrinadora 44.17 (Average)	68.54	1	6	300.49	0.44	1	0	
Mandrinadora (Std. Dev.)	4.04	0	0	56.68	0.10	0	0	10.40
Mandrinadora metrologia 2.05 (Rep 1)	73.11	1	6	15.00	0.02	1	0	
Mandrinadora metrologia 2.29 (Rep 2)	65.43	1	6	15.00	0.02	1	0	
Mandrinadora metrologia 2.24 (Rep 3)	67.07	1	6	15.00	0.02	1	0	
Mandrinadora metrologia 2.19 (Average)	68.54	1	6	15.00	0.02	1	0	
Mandrinadora metrologia 0.13 (Std. Dev.)	4.04	0	0	0.00	0.00	0	0	



Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	6	60.00	0.08	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	6	60.00	0.09	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	6	60.00	0.08	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Average)	68.54	999999	6	60.00	0.08	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	0	0.00	0.00	0	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	6	15.00	0.02	1	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	6	15.00	0.02	1	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	6	15.00	0.02	1	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Average)	68.54	999999	6	15.00	0.02	1	0	
Ensamble limpieza (Std. Dev.)	4.04	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
Ensamble alistamiento 5 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	11	1728.07	4.33	6		



Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	9	1629.51	3.73	6	3
Ensamble alistamiento 4 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	10	1504.93	3.73	6	
Ensamble alistamiento 4 0.00 (Average)	68.54	999999	10	1620.84	3.93	6	
Ensamble alistamiento 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	1	111.82	0.34	0	1
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	11	314.70	0.78	6	0
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	9	354.96	0.81	6	0
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	10	432.21	1.07	6	0
Ensamble enfriam 0.00 (Average)	68.54	999999	10	367.29	0.89	6	0
Ensamble enfriam 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	1	59.71	0.15	0	0
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	6	976.77	1.33	5	0
Ensamble temp amb 0 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	4	1016.75	1.03	4	



Ensamble temp amb 0 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	5	1031.65	1.28	5	
Ensamble temp amb 0 0.00 (Average)	68.54	999999	5	1008.39	1.21	4.66	
Ensamble temp amb 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	1	28.37	0.15	0.57	0
Bruñidora (Rep 1)	73.11	1	6	158.06	0.21	1	0 21.62
Bruñidora (Rep 2)	65.43	1	4	158.15	0.16	1	0 16.11
Bruñidora (Rep 3)	67.07	1	5	152.48	0.18	1	0 18.94
Bruñidora (Average)	68.54	1	5	156.23	0.18	1	0 18.89
Bruñidora (Std. Dev.)	4.04	0	1	3.24	0.02	0	0 2.75
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	6	490.88	0.67	3	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	4	465.71	0.47	2	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	5	513.57	0.63	3	



Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Average)	68.54	999999	5	490.05	0.59	2.66	
Ensamble reconspuertos 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	1	23.93	0.10	0.57	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	6	10.00	0.01	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	4	10.00	0.01	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	5	10.00	0.01	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Average)	68.54	999999	5	10.00	0.01	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	1	0.00	0.00	0	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 1)	73.11	999999	6	89.37	0.12	2	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 2)	65.43	999999	4	95.12	0.09	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 3)	67.07	999999	5	94.76	0.11	2	0
Ensamble embalaje 0.00 (Average)	68.54	999999	5	93.08	0.11	1.66	0



Ensamble embalaje 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	1	3.21	0.01	0.57	0
Banda Ensamble Lavado 0.01 (Rep 1)	73.11	1	12	0.15	0.00	1	0
Banda Ensamble Lavado 0.01 (Rep 2)	65.43	1	10	0.15	0.00	1	0
Banda Ensamble Lavado 0.01 (Rep 3)	67.07	1	11	0.15	0.00	1	0
Banda Ensamble Lavado 0.01 (Average)	68.54	1	11	0.15	0.00	1	0
Banda Ensamble Lavado 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	1	0.00	2.03	0	0
Banda Ensamble mandrinad 1.27 (Rep 1)	73.11	1	6	219.88	0.30	1	0
Banda Ensamble mandrinad 2.09 (Rep 2)	65.43	1	6	323.13	0.49	1	0
Banda Ensamble mandrinad 1.40 (Rep 3)	67.07	1	6	222.10	0.33	1	0
Banda Ensamble mandrinad 1.59 (Average)	68.54	1	6	255.04	0.37	1	0
Banda Ensamble mandrinad 0.44 (Std. Dev.)	4.04	0	0	58.98	0.10	0	0



BandaEnsamble bruñidora 0.36 (Rep 1)	73.11	1	6	37.77	0.05	1	0
BandaEnsamble bruñidora 0.12 (Rep 2)	65.43	1	4	16.60	0.01	1	0
BandaEnsamble bruñidora 0.16 (Rep 3)	67.07	1	5	18.05	0.02	1	0
BandaEnsamble bruñidora 0.21 (Average)	68.54	1	5	24.14	0.03	1	0
BandaEnsamble bruñidora 0.13 (Std. Dev.)	4.04	0	1	11.82	0.01	0	0
Banda Lavado ensamble 0.01 (Rep 1)	73.11	1	12	0.16	0.00	1	0
Banda Lavado ensamble 0.01 (Rep 2)	65.43	1	10	0.16	0.00	1	0
Banda Lavado ensamble 0.01 (Rep 3)	67.07	1	11	0.16	0.00	1	0
Banda Lavado ensamble 0.01 (Average)	68.54	1	11	0.16	0.00	1	0
Banda Lavado ensamble 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	1	0.00	2.18	0	0



Banda mandrinad ensamble 0.00 (Rep 1)	73.11	1	6	0.27	0.00	1	0
Banda mandrinad ensamble 0.00 (Rep 2)	65.43	1	6	0.27	0.00	1	0
Banda mandrinad ensamble 0.00 (Rep 3)	67.07	1	6	0.27	0.00	1	0
Banda mandrinad ensamble 0.00 (Average)	68.54	1	6	0.27	0.00	1	0
Banda mandrinad ensamble 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	0	0.00	2.34	0	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 1)	73.11	1	6	0.12	0.00	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 2)	65.43	1	4	0.12	0.00	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 3)	67.07	1	5	0.12	0.00	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Average)	68.54	1	5	0.12	0.00	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Std. Dev.)	4.04	0	1	0.00	2.26	0	0

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)



Location	Scheduled	% Empty	% Partially Occupied	% Full	% Down	
Entrada	73.11	100.00	0.00	0.00	0.00	(Rep 1)
Entrada	65.43	100.00	0.00	0.00	0.00	(Rep 2)
Entrada	67.07	100.00	0.00	0.00	0.00	(Rep 3)
Entrada	68.54	100.00	0.00	0.00	0.00	(Average)
Entrada	4.04	0.00	0.00	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Ensamble	73.11	3.64	96.36	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble	65.43	4.88	95.12	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble	67.07	4.41	95.59	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble	68.54	4.31	95.69	0.00	0.00	(Average)
Ensamble	4.04	0.63	0.63	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Ensamble remoc	73.11	96.27	3.73	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble remoc	65.43	95.48	4.52	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble remoc	67.07	95.57	4.43	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble remoc	68.54	95.77	4.23	0.00	0.00	(Average)



Ensamble remoc	4.04	0.44	0.44	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Lavado	73.11	69.49	30.51	0.00 0.00 (Rep 1)
Lavado	65.43	68.42	31.58	0.00 0.00 (Rep 2)
Lavado	67.07	70.96	29.04	0.00 0.00 (Rep 3)
Lavado	68.54	69.62	30.38	0.00 0.00 (Average)
Lavado	4.04	1.27	1.27	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble inspec1	73.11	75.00	25.00	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble inspec1	65.43	72.37	27.63	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble inspec1	67.07	72.52	27.48	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble inspec1	68.54	73.29	26.71	0.00 0.00 (Average)
Ensamble inspec1	4.04	1.48	1.48	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble inspec2	73.11	82.69	17.31	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble inspec2	65.43	65.35	34.65	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble inspec2	67.07	84.86	15.14	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble inspec2	68.54	77.63	22.37	0.00 0.00 (Average)
Ensamble inspec2	4.04	10.69	10.69	0.00 0.00 (Std. Dev.)



Ensamble pruebatinta	73.11	91.79	8.21	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble pruebatinta	65.43	90.83	9.17	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble pruebatinta	67.07	91.06	8.94	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble pruebatinta	68.54	91.23	8.77	0.00 0.00 (Average)
Ensamble pruebatinta	4.04	0.50	0.50	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble limpieza	73.11	97.95	2.05	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble limpieza	65.43	97.71	2.29	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble limpieza	67.07	97.76	2.24	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble limpieza	68.54	97.81	2.19	0.00 0.00 (Average)
Ensamble limpieza	4.04	0.13	0.13	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble alistamiento	73.11	6.35	93.65	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble alistamiento	65.43	8.47	91.53	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble alistamiento	67.07	6.73	93.27	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble alistamiento	68.54	7.18	92.82	0.00 0.00 (Average)
Ensamble alistamiento	4.04	1.13	1.13	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble enfriam	73.11	61.65	38.35	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble enfriam	65.43	65.32	34.68	0.00 0.00 (Rep 2)



Ensamble enfriam	67.07	57.33	42.67	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble enfriam	68.54	61.43	38.57	0.00		0.00	(Average)
Ensamble enfriam	4.04	4.00	4.00	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble temp amb	73.11	51.07	48.93	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble temp amb	65.43	53.21	46.79	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble temp amb	67.07	49.61	50.39	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble temp amb	68.54	51.30	48.70	0.00		0.00	(Average)
Ensamble temp amb	4.04	1.81	1.81	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble reconspuertos	73.11	55.20	44.80	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble reconspuertos	65.43	64.56	35.44	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble reconspuertos	67.07	65.38	34.62	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble reconspuertos	68.54	61.71	38.29	0.00		0.00	(Average)
Ensamble reconspuertos	4.04	5.66	5.66	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble esparragos	73.11	98.63	1.37	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble esparragos	65.43	98.98	1.02	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble esparragos	67.07	98.76	1.24	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble esparragos	68.54	98.79	1.21	0.00		0.00	(Average)



Ensamble esparragos	4.04	0.18	0.18	0.00 0.00	(Std. Dev.)
Ensamble embalaje	73.11	88.14	11.86	0.00 0.00	(Rep 1)
Ensamble embalaje	65.43	90.31	9.69	0.00 0.00	(Rep 2)
Ensamble embalaje	67.07	90.00	10.00	0.00 0.00	(Rep 3)
Ensamble embalaje	68.54	89.48	10.52	0.00 0.00	(Average)
Ensamble embalaje	4.04	1.17	1.17	0.00 0.00	(Std. Dev.)

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

Location	Scheduled	%	%	%	%	%	%
Name	Hours	Operation	Setup	Idle	Waiting	Blocked	Down
Mandrinadora	73.11	36.07	0.00	63.93	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)
Mandrinadora	65.43	55.90	0.00	44.10	0.00	0.00	0.00 (Rep 2)
Mandrinadora	67.07	40.55	0.00	59.45	0.00	0.00	0.00 (Rep 3)
Mandrinadora (Average)	68.54	44.17	0.00	55.83	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora	4.04	10.40	0.00	10.40	0.00	0.00	0.00 (Std. Dev.)



Mandrinadora metrologia (Rep 1)	73.11	2.05	0.00	97.95	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 2)	65.43	2.29	0.00	97.71	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 3)	67.07	2.24	0.00	97.76	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Average)	68.54	2.19	0.00	97.81	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Std. Dev.)	4.04	0.13	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 1)	73.11	21.62	0.00	78.38	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 2)	65.43	16.11	0.00	83.89	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 3)	67.07	18.94	0.00	81.06	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Average)	68.54	18.89	0.00	81.11	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Std. Dev.)	4.04	2.76	0.00	2.76	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble Lavado (Rep 1)	73.11	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble Lavado (Rep 2)	65.43	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble Lavado (Rep 3)	67.07	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00



Banda Ensamble Lavado (Average)	68.54	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble Lavado (Std. Dev.)	4.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Banda Ensamble mandrinad (Rep 1)	73.11	0.04	0.00	69.92	0.00	30.04	0.00
Banda Ensamble mandrinad (Rep 2)	65.43	0.04	0.00	50.62	0.00	49.34	0.00
Banda Ensamble mandrinad (Rep 3)	67.07	0.04	0.00	66.89	0.00	33.07	0.00
Banda Ensamble mandrinad (Average)	68.54	0.04	0.00	62.48	0.00	37.48	0.00
Banda Ensamble mandrinad (Std. Dev.)	4.04	0.00	0.00	10.38	0.00	10.38	0.00
BandaEnsamble bruñidora (Rep 1)	73.11	0.02	0.00	94.83	0.00	5.15	0.00
BandaEnsamble bruñidora (Rep 2)	65.43	0.01	0.00	98.31	0.00	1.68	0.00
BandaEnsamble bruñidora (Rep 3)	67.07	0.02	0.00	97.75	0.00	2.23	0.00
BandaEnsamble bruñidora (Average)	68.54	0.02	0.00	96.96	0.00	3.02	0.00



BandaEnsamble bruñidora (Std. Dev.)	4.04	0.01	0.00	1.87	0.00	1.87	0.00
Banda Lavado ensamble (Rep 1)	73.11	0.05	0.00	99.95	0.00	0.00	0.00
Banda Lavado ensamble (Rep 2)	65.43	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda Lavado ensamble (Rep 3)	67.07	0.05	0.00	99.95	0.00	0.00	0.00
Banda Lavado ensamble (Average)	68.54	0.05	0.00	99.95	0.00	0.00	0.00
Banda Lavado ensamble (Std. Dev.)	4.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 1)	73.11	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 2)	65.43	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 3)	67.07	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Average)	68.54	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Std. Dev.)	4.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Banda Bruñidora ensamble (Rep 1)	73.11	0.02	0.00	99.98	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Rep 2)	65.43	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Rep 3)	67.07	0.02	0.00	99.98	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Average)	68.54	0.02	0.00	99.98	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Std. Dev.)	4.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00

FAILED ARRIVALS

Entity	Location	Total
Name	Name	Failed
-----	-----	-----
Cilindros	Entrada	0 (Rep 1)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 2)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 3)
Cilindros	Entrada	0 (Average)
Cilindros	Entrada	0 (Std. Dev.)



Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 1)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 2)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 3)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Average)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Std. Dev.)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Quantity In System	Average Current Minutes		Average Move Minutes		Average Wait For Res, etc. Minutes		In Operation Blocked
			In System	Move System	Wait For Logic	Res, etc.			
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	(Average)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)



Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	11	1	389.82	0.40	0.00	389.42	0.00	(Rep 1)
Hielo	9	1	387.29	0.40	0.00	386.89	0.00	(Rep 2)
Hielo	10	1	460.47	0.40	0.00	460.07	0.00	(Rep 3)
Hielo	10	1	412.53	0.40	0.00	412.13	0.00	(Average)
Hielo	1	0	41.53	0.00	0.00	41.53	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	0	2	-	-	-	-	-	(Rep 2)



pp1 sin camisa	0	1	-	-	-	-	-	- (Rep 3)
pp1 sin camisa	0	1	-	-	-	-	-	- (Average)
pp1 sin camisa	0	1	-	-	-	-	-	- (Std. Dev.)
Camisa ensamblar (Rep 1)	7	0	1230.91	1.12	310.29	71.44	848.04	
Camisa ensamblar (Rep 2)	7	2	1419.33	1.12	326.85	72.49	1018.85	
Camisa ensamblar (Rep 3)	7	1	1239.47	1.12	318.68	69.52	850.14	
Camisa ensamblar (Average)	7	1	1296.57	1.12	318.61	71.15	905.68	
Camisa ensamblar (Std. Dev.)	0	1	106.39	0.00	8.28	1.50	98.01	(Std. Dev.)
Camisa enfriada	0	5	-	-	-	-	-	- (Rep 1)
Camisa enfriada	0	3	-	-	-	-	-	- (Rep 2)
Camisa enfriada	0	4	-	-	-	-	-	- (Rep 3)
Camisa enfriada	0	4	-	-	-	-	-	- (Average)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	- (Std. Dev.)
Cilindro reparado	0	6	-	-	-	-	-	- (Rep 1)



Cilindro reparado	0	4	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Cilindro reparado	0	5	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindro reparado	0	5	-	-	-	-	-	(Average)
Cilindro reparado	0	1	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

	%	%		
Entity	In Move	Wait For	%	%
Name	Logic	Res, etc.	In Operation	Blocked

Cilindros	-	-	-	-
				(Rep 1)
Cilindros	-	-	-	-
				(Rep 2)
Cilindros	-	-	-	-
				(Rep 3)



Cilindros	-	-	-	- (Average)
Cilindros	-	-	-	- (Std. Dev.)
Solicitud	-	-	-	- (Rep 1)
Solicitud	-	-	-	- (Rep 2)
Solicitud	-	-	-	- (Rep 3)
Solicitud	-	-	-	- (Average)
Solicitud	-	-	-	- (Std. Dev.)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 1)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 2)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 3)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Average)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Std. Dev.)
Hielo	0.10	0.00	99.90	0.00 (Rep 1)
Hielo	0.10	0.00	99.90	0.00 (Rep 2)
Hielo	0.09	0.00	99.91	0.00 (Rep 3)
Hielo	0.10	0.00	99.90	0.00 (Average)
Hielo	0.01	0.00	0.01	0.00 (Std. Dev.)



pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar	0.09	25.21	5.80	68.90	(Rep 1)
Camisa ensamblar	0.08	23.03	5.11	71.78	(Rep 2)
Camisa ensamblar	0.09	25.71	5.61	68.59	(Rep 3)
Camisa ensamblar	0.09	24.65	5.51	69.76	(Average)
Camisa ensamblar	0.01	1.43	0.36	1.76	(Std. Dev.)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 3)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Average)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Cilindro reparado	-	-	-	-	(Rep 1)



Cilindro reparado	-	-	-	- (Rep 2)
Cilindro reparado	-	-	-	- (Rep 3)
Cilindro reparado	-	-	-	- (Average)
Cilindro reparado	-	-	-	- (Std. Dev.)
pp1 con c	-	-	-	- (Rep 1)
pp1 con c	-	-	-	- (Rep 2)
pp1 con c	-	-	-	- (Rep 3)
pp1 con c	-	-	-	- (Average)
pp1 con c	-	-	-	- (Std. Dev.)

PROPUESTA 1. MONTACARGAS – 1 CILINDRO

General Report

Output from C:\Documents and Settings\Usuario\Escritorio\PROPUESTA 1-MONTAC ARGAS.MOD

Date: Oct/24/2010 Time: 09:45:23 PM

Scenario : Normal Run

Replication : All

Period : Final Report (0 sec to 57.12303333 hr Elapsed: 57.12303333 hr)



Simulation Time : 53.84638333 hr (Std. Dev. 4.10)

LOCATIONS

Location	Average							
	Scheduled	Total	Minutes	Average	Maximum			
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents		
Contents % Util								
Entrada (Rep 1)	57.12	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 2)	49.23	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 3)	55.17	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Average)	53.84	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Std. Dev.)	4.10	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Ensamble 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	7	138.99	0.28	2	0	



Ensamble 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	7	155.66	0.36	2	0	
Ensamble 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	7	103.94	0.21	2	0	
Ensamble 0.00 (Average)	53.84	999999	7	132.86	0.29	2	0	
Ensamble (Std. Dev.)	4.10	0	0	26.39	0.07	0	0	0.00
Ensamble remoc 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	1	144.40	0.04	1	0	
Ensamble remoc 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	1	165.61	0.05	1	0	
Ensamble remoc 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	1	151.25	0.04	1	0	
Ensamble remoc 0.00 (Average)	53.84	999999	1	153.75	0.04	1	0	
Ensamble remoc (Std. Dev.)	4.10	0	0	10.82	0.00	0	0	0.00
Lavado (Rep 1)	57.12	999999	2	257.28	0.15	1	0	0.00
Lavado (Rep 2)	49.23	999999	2	232.01	0.15	1	0	0.00



Lavado (Rep 3)	55.17	999999	2	254.49	0.15	1	0	0.00
Lavado (Average)	53.84	999999	2	247.92	0.15	1	0	0.00
Lavado (Std. Dev.)	4.10	0	0	13.85	0.00	0	0	0.00
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	1	20.00	0.00	1	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	1	20.00	0.00	1	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	1	20.00	0.00	1	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Average)	53.84	999999	1	20.00	0.00	1	0	
Ensamble inspec1 (Std. Dev.)	4.10	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	2	65.37	0.03	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	2	60.80	0.04	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	2	76.14	0.04	1	0	



Ensamble inspec2 0.00 (Average)	53.84	999999	2	67.44	0.04	1	0
Ensamble inspec2 (Std. Dev.)	4.10	0	0	7.87	0.00	0	0.00
Mandrinadora (Rep 1)	57.12	1	1	270.18	0.07	1	7.88
Mandrinadora (Rep 2)	49.23	1	1	276.74	0.09	1	9.37
Mandrinadora (Rep 3)	55.17	1	1	258.92	0.07	1	7.82
Mandrinadora (Average)	53.84	1	1	268.61	0.08	1	8.36
Mandrinadora (Std. Dev.)	4.10	0	0	9.01	0.00	0	0.88
Mandrinadora metrologia 0.44 (Rep 1)	57.12	1	1	15.01	0.00	1	0
Mandrinadora metrologia 0.51 (Rep 2)	49.23	1	1	15.01	0.00	1	0
Mandrinadora metrologia 0.45 (Rep 3)	55.17	1	1	15.01	0.00	1	0
Mandrinadora metrologia 0.47 (Average)	53.84	1	1	15.01	0.00	1	0



Mandrinadora metrologia 0.04 (Std. Dev.)	4.10	0	0	0.00	0.00	0	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	1	60.00	0.01	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	1	60.00	0.02	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	1	60.00	0.01	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Average)	53.84	999999	1	60.00	0.01	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Std. Dev.)	4.10	0	0	0.00	0.00	0	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	1	15.00	0.00	1	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	1	15.00	0.00	1	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	1	15.00	0.00	1	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Average)	53.84	999999	1	15.00	0.00	1	0	
Ensamble limpieza (Std. Dev.)	4.10	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00



Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	2	1243.44	0.72	1	1	
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	2	947.51	0.64	1	1	
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	2	1312.38	0.79	1	1	
Ensamble alistamiento 0.00 (Average)	53.84	999999	2	1167.78	0.71	1	1	
Ensamble alistamiento 0.00 (Std. Dev.)	4.10	0	0	193.84	0.07	0	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	2	425.18	0.24	1	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	2	487.80	0.33	1	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	2	303.44	0.18	1	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Average)	53.84	999999	2	405.47	0.25	1	0	
Ensamble enfriam (Std. Dev.)	4.10	0	0	93.74	0.07	0	0	0.00



Ensamble temp amb 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	1	1039.87	0.30	1	0
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	1	831.78	0.28	1	0
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	1	753.68	0.22	1	0
Ensamble temp amb 0.00 (Average)	53.84	999999	1	875.11	0.27	1	0
Ensamble temp amb 0.00 (Std. Dev.)	4.10	0	0	147.93	0.03	0	0
Bruñidora (Rep 1)	57.12	1	1	148.90	0.04	1	0 4.34
Bruñidora (Rep 2)	49.23	1	1	127.49	0.04	1	0 4.32
Bruñidora (Rep 3)	55.17	1	1	177.14	0.05	1	0 5.35
Bruñidora (Average)	53.84	1	1	151.18	0.04	1	0 4.67
Bruñidora (Std. Dev.)	4.10	0	0	24.90	0.00	0	0 0.59
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	1	843.52	0.24	1	



Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	1	646.54	0.21	1	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	1	963.00	0.29	1	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Average)	53.84	999999	1	817.69	0.25	1	
Ensamble reconspuertos 0.00 (Std. Dev.)	4.10	0	0	159.80	0.03	0	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	1	10.00	0.00	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	1	10.00	0.00	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	1	10.00	0.00	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Average)	53.84	999999	1	10.00	0.00	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Std. Dev.)	4.10	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 1)	57.12	999999	1	89.21	0.02	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 2)	49.23	999999	1	76.77	0.02	1	0



Ensamble embalaje 0.00 (Rep 3)	55.17	999999	1	90.04	0.02	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Average)	53.84	999999	1	85.34	0.02	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Std. Dev.)	4.10	0	0	7.43	0.00	0	0

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

Location	Scheduled	% Empty	% Partially Occupied	% Full	% Down
Entrada	57.12	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)
Entrada	49.23	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 2)
Entrada	55.17	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 3)
Entrada	53.84	100.00	0.00	0.00	0.00 (Average)
Entrada	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00 (Std. Dev.)
Ensamble	57.12	74.04	25.96	0.00	0.00 (Rep 1)
Ensamble	49.23	65.86	34.14	0.00	0.00 (Rep 2)



Ensamble	55.17	80.82	19.18	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble	53.84	73.57	26.43	0.00		0.00	(Average)
Ensamble	4.10	7.49	7.49	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble remoc	57.12	95.79	4.21	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble remoc	49.23	94.39	5.61	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble remoc	55.17	95.43	4.57	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble remoc	53.84	95.20	4.80	0.00		0.00	(Average)
Ensamble remoc	4.10	0.72	0.72	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Lavado	57.12	84.99	15.01	0.00		0.00	(Rep 1)
Lavado	49.23	84.29	15.71	0.00		0.00	(Rep 2)
Lavado	55.17	84.63	15.37	0.00		0.00	(Rep 3)
Lavado	53.84	84.64	15.36	0.00		0.00	(Average)
Lavado	4.10	0.35	0.35	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec1	57.12	99.42	0.58	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec1	49.23	99.32	0.68	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble inspec1	55.17	99.40	0.60	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec1	53.84	99.38	0.62	0.00		0.00	(Average)



Ensamble inspec1	4.10	0.05	0.05	0.00 0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec2	57.12	96.18	3.82	0.00 0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec2	49.23	95.88	4.12	0.00 0.00	(Rep 2)
Ensamble inspec2	55.17	95.40	4.60	0.00 0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec2	53.84	95.82	4.18	0.00 0.00	(Average)
Ensamble inspec2	4.10	0.40	0.40	0.00 0.00	(Std. Dev.)
Ensamble pruebatinta	57.12	98.25	1.75	0.00 0.00	(Rep 1)
Ensamble pruebatinta	49.23	97.97	2.03	0.00 0.00	(Rep 2)
Ensamble pruebatinta	55.17	98.19	1.81	0.00 0.00	(Rep 3)
Ensamble pruebatinta	53.84	98.14	1.86	0.00 0.00	(Average)
Ensamble pruebatinta	4.10	0.15	0.15	0.00 0.00	(Std. Dev.)
Ensamble limpieza	57.12	99.56	0.44	0.00 0.00	(Rep 1)
Ensamble limpieza	49.23	99.49	0.51	0.00 0.00	(Rep 2)
Ensamble limpieza	55.17	99.55	0.45	0.00 0.00	(Rep 3)
Ensamble limpieza	53.84	99.53	0.47	0.00 0.00	(Average)
Ensamble limpieza	4.10	0.04	0.04	0.00 0.00	(Std. Dev.)



Ensamble alistamiento	57.12	27.44	72.56	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble alistamiento	49.23	35.86	64.14	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble alistamiento	55.17	20.72	79.28	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble alistamiento	53.84	28.00	72.00	0.00		0.00	(Average)
Ensamble alistamiento	4.10	7.59	7.59	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble enfriam	57.12	75.19	24.81	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble enfriam	49.23	66.98	33.02	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble enfriam	55.17	81.67	18.33	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble enfriam	53.84	74.61	25.39	0.00		0.00	(Average)
Ensamble enfriam	4.10	7.36	7.36	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble temp amb	57.12	69.66	30.34	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble temp amb	49.23	71.85	28.15	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble temp amb	55.17	77.23	22.77	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble temp amb	53.84	72.91	27.09	0.00		0.00	(Average)
Ensamble temp amb	4.10	3.90	3.90	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble reconspuertos	57.12	75.39	24.61	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble reconspuertos	49.23	78.12	21.88	0.00		0.00	(Rep 2)



Ensamble reconspuertos	55.17	70.91	29.09	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble reconspuertos	53.84	74.81	25.19	0.00		0.00	(Average)
Ensamble reconspuertos	4.10	3.64	3.64	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble esparragos	57.12	99.71	0.29	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble esparragos	49.23	99.66	0.34	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble esparragos	55.17	99.70	0.30	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble esparragos	53.84	99.69	0.31	0.00		0.00	(Average)
Ensamble esparragos	4.10	0.02	0.02	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble embalaje	57.12	97.40	2.60	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble embalaje	49.23	97.40	2.60	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble embalaje	55.17	97.28	2.72	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble embalaje	53.84	97.36	2.64	0.00		0.00	(Average)
Ensamble embalaje	4.10	0.07	0.07	0.00		0.00	(Std. Dev.)

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)



Location	Scheduled	%	%	%	%	%	%
Name	Hours	Operation	Setup	Idle	Waiting	Blocked	Down
Mandrinadora	57.12	7.88	0.00	92.12	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)
Mandrinadora	49.23	9.37	0.00	90.63	0.00	0.00	0.00 (Rep 2)
Mandrinadora	55.17	7.82	0.00	92.18	0.00	0.00	0.00 (Rep 3)
Mandrinadora (Average)	53.84	8.36	0.00	91.64	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora (Std. Dev.)	4.10	0.88	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 1)	57.12	0.44	0.00	99.56	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 2)	49.23	0.51	0.00	99.49	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 3)	55.17	0.45	0.00	99.55	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Average)	53.84	0.47	0.00	99.53	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Std. Dev.)	4.10	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
Bruñidora	57.12	4.34	0.00	95.66	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)



Bruñidora	49.23	4.32	0.00	95.68	0.00	0.00	0.00	(Rep 2)
Bruñidora	55.17	5.35	0.00	94.65	0.00	0.00	0.00	(Rep 3)
Bruñidora	53.84	4.67	0.00	95.33	0.00	0.00	0.00	(Average)
Bruñidora	4.10	0.59	0.00	0.59	0.00	0.00	0.00	(Std. Dev.)

RESOURCES

Average Average Average

Number Minutes Minutes Minutes

Resource	Scheduled	Of Times	Per	Travel	Travel	% Blocked		
Name	Units	Hours	Used	Usage	To Use	To Park	In Travel	% Util
MONTACARGA	1	57.12	7	21.54	0.14	0.00	0.00	4.43 (Rep 1)
MONTACARGA	1	49.23	7	18.48	0.14	0.00	0.00	4.41 (Rep 2)
MONTACARGA	1	55.17	7	25.57	0.14	0.00	0.00	5.44 (Rep 3)
MONTACARGA	1	53.84	7	21.86	0.14	0.00	0.00	4.76 (Average)
MONTACARGA	0	4.10	0	3.55	0.00	0.00	0.00	0.59 (Std. Dev.)



RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

Resource Name	Scheduled Hours	% In Use	% Travel To Use	% Travel To Park	% Idle	% Down	
MONTACARGA	57.12	4.40	0.03	0.00	95.57	0.00	(Rep 1)
MONTACARGA	49.23	4.38	0.03	0.00	95.59	0.00	(Rep 2)
MONTACARGA	55.17	5.41	0.03	0.00	94.56	0.00	(Rep 3)
MONTACARGA	53.84	4.73	0.03	0.00	95.24	0.00	(Average)
MONTACARGA	4.10	0.59	0.00	0.00	0.59	0.00	(Std. Dev.)

FAILED ARRIVALS

Entity Name	Location Name	Total Failed
Cilindros	Entrada	0 (Rep 1)



Cilindros	Entrada	0 (Rep 2)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 3)
Cilindros	Entrada	0 (Average)
Cilindros	Entrada	0 (Std. Dev.)

Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 1)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 2)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 3)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Average)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Std. Dev.)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Quantity In System	Average		Average		Average	
			Current	Minutes	Minutes	Minutes	Minutes	Minutes
			In	In	Move	Wait For	In	
			System	System	Logic	Res, etc.	Operation	Blocked
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)



Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	2	0	426.28	0.40	0.00	425.88	0.00	(Rep 1)
Hielo	2	0	488.90	0.40	0.00	488.50	0.00	(Rep 2)
Hielo	2	0	304.54	0.40	0.00	304.14	0.00	(Rep 3)
Hielo	2	0	406.57	0.40	0.00	406.17	0.00	(Average)



Hielo	0	0	93.74	0.00	0.00	93.74	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar	1	0	801.02	1.30	298.92	76.03	424.77	(Rep 1)
Camisa ensamblar	1	0	828.80	1.30	472.13	77.24	278.12	(Rep 2)
Camisa ensamblar	1	0	796.62	1.30	254.93	69.05	471.33	(Rep 3)
Camisa ensamblar	1	0	808.81	1.30	341.99	74.11	391.40	(Average)
Camisa ensamblar	0	0	17.44	0.00	114.82	4.42	100.83	(Std. Dev.)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 3)



Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	- (Average)
Camisa enfriada	0	0	-	-	-	-	-	- (Std. Dev.)
Cilindro reparado	1	0	3427.38	33.58	0.10	3393.69	0.00	(Rep 1)
Cilindro reparado	1	0	2954.37	33.58	0.10	2920.68	0.00	(Rep 2)
Cilindro reparado	1	0	3310.59	33.58	0.10	3276.90	0.00	(Rep 3)
Cilindro reparado	1	0	3230.78	33.58	0.10	3197.09	0.00	(Average)
Cilindro reparado	0	0	246.39	0.00	0.00	246.39	0.00	(Std. Dev.)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE



Entity	% In Move	% Wait For	% In Operation	% Blocked
Name	Logic	Res, etc.	In Operation	Blocked
-----	-----	-----	-----	-----
Cilindros	-	-	-	- (Rep 1)
Cilindros	-	-	-	- (Rep 2)
Cilindros	-	-	-	- (Rep 3)
Cilindros	-	-	-	- (Average)
Cilindros	-	-	-	- (Std. Dev.)
Solicitud	-	-	-	- (Rep 1)
Solicitud	-	-	-	- (Rep 2)
Solicitud	-	-	-	- (Rep 3)
Solicitud	-	-	-	- (Average)
Solicitud	-	-	-	- (Std. Dev.)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 1)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 2)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 3)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Average)



pp1 con camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	0.09	0.00	99.91	0.00	(Rep 1)
Hielo	0.08	0.00	99.92	0.00	(Rep 2)
Hielo	0.13	0.00	99.87	0.00	(Rep 3)
Hielo	0.10	0.00	99.90	0.00	(Average)
Hielo	0.03	0.00	0.03	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar	0.16	37.32	9.49	53.03	(Rep 1)
Camisa ensamblar	0.16	56.97	9.32	33.56	(Rep 2)
Camisa ensamblar	0.16	32.00	8.67	59.17	(Rep 3)
Camisa ensamblar	0.16	42.10	9.16	48.58	(Average)
Camisa ensamblar	0.00	13.15	0.43	13.37	(Std. Dev.)



Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 3)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Average)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Cilindro reparado	0.98	0.00	99.02	0.00	(Rep 1)
Cilindro reparado	1.14	0.00	98.86	0.00	(Rep 2)
Cilindro reparado	1.01	0.00	98.98	0.00	(Rep 3)
Cilindro reparado	1.04	0.00	98.95	0.00	(Average)
Cilindro reparado	0.08	0.00	0.08	0.00	(Std. Dev.)
pp1 con c	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con c	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con c	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con c	-	-	-	-	(Average)
pp1 con c	-	-	-	-	(Std. Dev.)

PROPUESTA 1. MONTACARGAS – 6 CILINDRO

General Report



Output from C:\Documents and Settings\Usuario\Escritorio\PROPUESTA 1-MONTAC ARGAS.MOD

Date: Oct/24/2010 Time: 09:46:09 PM

Scenario : Normal Run

Replication : All

Period : Final Report (0 sec to 82.56835 hr Elapsed: 82.56835 hr)

Simulation Time : 87.77323333 hr (Std. Dev. 8.30)

LOCATIONS

Average

Location	Scheduled	Total	Minutes	Average	Maximum			
Current								
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents		
Contents % Util								
Entrada (Rep 1)	82.56	999999	30	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 2)	97.34	999999	30	0.00	0	1	0	0.00



Entrada (Rep 3)	83.40	999999	30	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Average)	87.77	999999	30	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Std. Dev.)	8.30	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Ensamble 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	42	130.41	1.10	12	0	
Ensamble 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	42	118.92	0.85	12	0	
Ensamble 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	42	138.55	1.16	12	0	
Ensamble 0.00 (Average)	87.77	999999	42	129.30	1.04	12	0	
Ensamble (Std. Dev.)	8.30	0	0	9.86	0.16	0	0	0.00
Ensamble remoc 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	6	140.71	0.17	6	0	
Ensamble remoc 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	6	141.00	0.14	6	0	
Ensamble remoc 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	6	128.89	0.15	6	0	



Ensamble remoc 0.00 (Average)	87.77	999999	6	136.87	0.15	6	0
Ensamble remoc (Std. Dev.)	8.30	0	0	6.90	0.01	0	0 0.00
Lavado 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	12	250.74	0.60	6	0
Lavado 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	12	241.02	0.49	6	0
Lavado 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	12	255.88	0.61	6	0
Lavado 0.00 (Average)	87.77	999999	12	249.21	0.57	6	0
Lavado (Std. Dev.)	8.30	0	0	7.54	0.06	0	0 0.00
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	6	663.85	0.80	5	0
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	5	1224.27	1.04	4	0
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	5	1052.87	1.05	4	0
Ensamble inspec1 0.00 (Average)	87.77	999999	5.33	980.33	0.96	4.33	0



Ensamble inspec1 0.00 (Std. Dev.)	8.30	0	0.57	287.16	0.14	0.57	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	12	77.21	0.18	2	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	13	116.29	0.25	2	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	13	136.58	0.35	2	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Average)	87.77	999999	12.66	110.03	0.26	2	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Std. Dev.)	8.30	0	0.57	30.17	0.08	0	0	
Mandrinadora (Rep 1)	82.56	1	6	263.73	0.31	1	0	31.94
Mandrinadora (Rep 2)	97.34	1	6	405.81	0.41	1	0	41.69
Mandrinadora (Rep 3)	83.40	1	6	366.50	0.43	1	0	43.94
Mandrinadora (Average)	87.77	1	6	345.35	0.39	1	0	39.19
Mandrinadora (Std. Dev.)	8.30	0	0	73.36	0.06	0	0	6.38



Mandrinadora metrologia 4.15 (Rep 1)	82.56	1	6	34.29	0.04	1	0
Mandrinadora metrologia 3.36 (Rep 2)	97.34	1	6	32.71	0.03	1	0
Mandrinadora metrologia 2.56 (Rep 3)	83.40	1	6	21.34	0.02	1	0
Mandrinadora metrologia 3.36 (Average)	87.77	1	6	29.45	0.03	1	0
Mandrinadora metrologia 0.80 (Std. Dev.)	8.30	0	0	7.06	0.00	0	0
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	6	60.00	0.07	1	0
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	6	60.00	0.06	1	0
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	6	60.00	0.07	1	0
Ensamble pruebatinta 0.00 (Average)	87.77	999999	6	60.00	0.06	1	0
Ensamble pruebatinta 0.00 (Std. Dev.)	8.30	0	0	0.00	0.00	0	0



Ensamble limpieza 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	6	15.00	0.01	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	6	15.00	0.01	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	6	15.00	0.01	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Average)	87.77	999999	6	15.00	0.01	1	0
Ensamble limpieza (Std. Dev.)	8.30	0	0	0.00	0.00	0	0 0.00
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	12	2042.35	4.94	6	6
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	12	2528.62	5.19	6	6
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	12	2038.00	4.88	6	6
Ensamble alistamiento 0.00 (Average)	87.77	999999	12	2202.99	5.00	6	6
Ensamble alistamiento 0.00 (Std. Dev.)	8.30	0	0	282.01	0.16	0	0
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	12	387.61	0.93	6	0



Ensamble enfriam 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	12	348.68	0.71	6	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	12	422.44	1.01	6	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Average)	87.77	999999	12	386.24	0.88	6	0	
Ensamble enfriam (Std. Dev.)	8.30	0	0	36.89	0.15	0	0	0.00
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	6	905.80	1.09	4	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	6	1049.65	1.07	4	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	6	1096.35	1.31	4	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Average)	87.77	999999	6	1017.27	1.16	4	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Std. Dev.)	8.30	0	0	99.31	0.13	0	0	
Bruñidora (Rep 1)	82.56	1	6	155.75	0.18	1	0	18.86
Bruñidora (Rep 2)	97.34	1	6	158.28	0.16	1	0	16.26



Bruñidora (Rep 3)	83.40	1	6	153.30	0.18	1	0	18.38
Bruñidora (Average)	87.77	1	6	155.77	0.17	1	0	17.83
Bruñidora (Std. Dev.)	8.30	0	0	2.49	0.01	0	0	1.38
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	6	640.65	0.77		3	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	6	684.99	0.70		3	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	6	787.59	0.94		3	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Average)	87.77	999999	6	704.41	0.80		3	
Ensamble reconspuertos 0.00 (Std. Dev.)	8.30	0	0	75.36	0.12		0	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 1)	82.56	999999	6	10.00	0.01		1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 2)	97.34	999999	6	10.00	0.01		1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 3)	83.40	999999	6	10.00	0.01		2	0



Ensamble esparragos	87.77	999999	6	10.00	0.01	1.33	0
0.00 (Average)							
Ensamble esparragos	8.30	0	0	0.00	0.00	0.57	0
0.00 (Std. Dev.)							
Ensamble embalaje	82.56	999999	6	77.35	0.09	1	0
0.00 (Rep 1)							
Ensamble embalaje	97.34	999999	6	91.47	0.09	1	0
0.00 (Rep 2)							
Ensamble embalaje	83.40	999999	6	87.88	0.10	2	0
0.00 (Rep 3)							
Ensamble embalaje	87.77	999999	6	85.57	0.09	1.33	0
0.00 (Average)							
Ensamble embalaje	8.30	0	0	7.33	0.00	0.57	0
0.00 (Std. Dev.)							

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

	%			
Location	Scheduled	% Empty	% Partially Occupied	% Full Down
Name	Hours	Empty	Occupied	Full Down
-----	-----	-----	-----	----- -----
Entrada	82.56	100.00	0.00	0.00 0.00 (Rep 1)
Entrada	97.34	100.00	0.00	0.00 0.00 (Rep 2)



Entrada	83.40	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 3)
Entrada	87.77	100.00	0.00	0.00	0.00 (Average)
Entrada	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00 (Std. Dev.)
Ensamble	82.56	50.50	49.50	0.00	0.00 (Rep 1)
Ensamble	97.34	59.92	40.08	0.00	0.00 (Rep 2)
Ensamble	83.40	41.23	58.77	0.00	0.00 (Rep 3)
Ensamble	87.77	50.55	49.45	0.00	0.00 (Average)
Ensamble	8.30	9.34	9.34	0.00	0.00 (Std. Dev.)
Ensamble remoc	82.56	96.69	3.31	0.00	0.00 (Rep 1)
Ensamble remoc	97.34	96.64	3.36	0.00	0.00 (Rep 2)
Ensamble remoc	83.40	96.63	3.37	0.00	0.00 (Rep 3)
Ensamble remoc	87.77	96.66	3.34	0.00	0.00 (Average)
Ensamble remoc	8.30	0.03	0.03	0.00	0.00 (Std. Dev.)
Lavado	82.56	67.34	32.66	0.00	0.00 (Rep 1)
Lavado	97.34	71.32	28.68	0.00	0.00 (Rep 2)
Lavado	83.40	71.29	28.71	0.00	0.00 (Rep 3)
Lavado	87.77	69.98	30.02	0.00	0.00 (Average)



Lavado	8.30	2.29	2.29	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble inspec1	82.56	70.28	29.72	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble inspec1	97.34	60.53	39.47	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble inspec1	83.40	60.19	39.81	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble inspec1	87.77	63.67	36.33	0.00 0.00 (Average)
Ensamble inspec1	8.30	5.73	5.73	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble inspec2	82.56	82.50	17.50	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble inspec2	97.34	76.01	23.99	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble inspec2	83.40	67.72	32.28	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble inspec2	87.77	75.41	24.59	0.00 0.00 (Average)
Ensamble inspec2	8.30	7.41	7.41	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble pruebatinta	82.56	92.73	7.27	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble pruebatinta	97.34	93.84	6.16	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble pruebatinta	83.40	92.81	7.19	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble pruebatinta	87.77	93.13	6.87	0.00 0.00 (Average)
Ensamble pruebatinta	8.30	0.62	0.62	0.00 0.00 (Std. Dev.)



Ensamble limpieza	82.56	98.18	1.82	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble limpieza	97.34	98.46	1.54	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble limpieza	83.40	98.20	1.80	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble limpieza	87.77	98.28	1.72	0.00		0.00	(Average)
Ensamble limpieza	8.30	0.15	0.15	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble alistamiento	82.56	7.58	92.42	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble alistamiento	97.34	4.87	95.13	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble alistamiento	83.40	4.41	95.59	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble alistamiento	87.77	5.62	94.38	0.00		0.00	(Average)
Ensamble alistamiento	8.30	1.71	1.71	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble enfriam	82.56	52.68	47.32	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble enfriam	97.34	61.51	38.49	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble enfriam	83.40	43.03	56.97	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble enfriam	87.77	52.41	47.59	0.00		0.00	(Average)
Ensamble enfriam	8.30	9.24	9.24	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble temp amb	82.56	53.78	46.22	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble temp amb	97.34	42.47	57.53	0.00		0.00	(Rep 2)



Ensamble temp amb	83.40	38.81	61.19	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble temp amb	87.77	45.02	54.98	0.00 0.00 (Average)
Ensamble temp amb	8.30	7.80	7.80	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble reconspuertos	82.56	46.40	53.60	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble reconspuertos	97.34	51.67	48.33	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble reconspuertos	83.40	54.06	45.94	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble reconspuertos	87.77	50.71	49.29	0.00 0.00 (Average)
Ensamble reconspuertos	8.30	3.92	3.92	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble esparragos	82.56	98.79	1.21	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble esparragos	97.34	98.97	1.03	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble esparragos	83.40	98.98	1.02	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble esparragos	87.77	98.92	1.08	0.00 0.00 (Average)
Ensamble esparragos	8.30	0.11	0.11	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble embalaje	82.56	90.63	9.37	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble embalaje	97.34	90.60	9.40	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble embalaje	83.40	91.15	8.85	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble embalaje	87.77	90.80	9.20	0.00 0.00 (Average)



Ensamble embalaje 8.30 0.31 0.31 0.00 | 0.00 (Std. Dev.)

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

Location	Scheduled	%	%	%	%	%	%
Name	Hours	Operation	Setup	Idle	Waiting	Blocked	Down
Mandrinadora	82.56	31.94	0.00	68.06	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)
Mandrinadora	97.34	41.69	0.00	58.31	0.00	0.00	0.00 (Rep 2)
Mandrinadora	83.40	43.94	0.00	56.06	0.00	0.00	0.00 (Rep 3)
Mandrinadora (Average)	87.77	39.19	0.00	60.81	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora (Std. Dev.)	8.30	6.38	0.00	6.38	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 1)	82.56	1.82	0.00	95.85	2.33	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 2)	97.34	1.54	0.00	96.64	1.82	0.00	0.00



Mandrinadora metrologia	83.40	1.80	0.00	97.44	0.76	0.00	0.00	
(Rep 3)								
Mandrinadora metrologia	87.77	1.72	0.00	96.64	1.64	0.00	0.00	
(Average)								
Mandrinadora metrologia	8.30	0.16	0.00	0.80	0.80	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Bruñidora	82.56	18.86	0.00	81.14	0.00	0.00	0.00	(Rep 1)
Bruñidora	97.34	16.26	0.00	83.74	0.00	0.00	0.00	(Rep 2)
Bruñidora	83.40	18.38	0.00	81.62	0.00	0.00	0.00	(Rep 3)
Bruñidora	87.77	17.83	0.00	82.17	0.00	0.00	0.00	(Average)
Bruñidora	8.30	1.38	0.00	1.38	0.00	0.00	0.00	(Std. Dev.)

RESOURCES

Average Average Average

Number Minutes Minutes Minutes

Resource	Scheduled	Of Times	Per	Travel	Travel	% Blocked		
Name	Units	Hours	Used	Usage	To Use	To Park	In Travel	% Util
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
MONTACARGA	1	82.56	42	22.52	0.30	0.00	0.00	19.35
(Rep 1)								



MONTACARGA	1	97.34	42	22.88	0.31	0.00	0.00	16.68
(Rep 2)								
MONTACARGA	1	83.40	42	22.16	0.26	0.00	0.00	18.83
(Rep 3)								
MONTACARGA	1	87.77	42	22.52	0.29	0.00	0.00	18.29
(Average)								
MONTACARGA	0	8.30	0	0.35	0.02	0.00	0.00	1.42 (Std. Dev.)

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

	%	%			%	%	
Resource	Scheduled	% Travel	Travel	%	%		
Name	Hours In Use	To Use	To Park	Idle	Down		
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
MONTACARGA	82.56	19.09	0.26	0.00	80.65	0.00	(Rep 1)
MONTACARGA	97.34	16.45	0.23	0.00	83.32	0.00	(Rep 2)
MONTACARGA	83.40	18.61	0.22	0.00	81.17	0.00	(Rep 3)
MONTACARGA	87.77	18.05	0.24	0.00	81.71	0.00	(Average)
MONTACARGA	8.30	1.40	0.02	0.00	1.42	0.00	(Std. Dev.)

FAILED ARRIVALS



Entity	Location	Total
Name	Name	Failed
-----	-----	-----
Cilindros	Entrada	0 (Rep 1)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 2)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 3)
Cilindros	Entrada	0 (Average)
Cilindros	Entrada	0 (Std. Dev.)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 1)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 2)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 3)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Average)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Std. Dev.)

ENTITY ACTIVITY

Average Average Average Average Average
Current Minutes Minutes Minutes Minutes Minutes



Entity	Total	Quantity	In	In Move	Wait For	In	
Name	Exits	In System	System	Logic	Res, etc.	Operation	Blocked

Cilindros	0	0	-	-	-	-	(Rep 1)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	(Rep 2)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	(Average)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	(Rep 1)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	(Rep 2)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	(Rep 3)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	(Average)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	(Std. Dev.)



Hielo	7	5	1112.79	0.40	695.61	416.77	0.00	(Rep 1)
Hielo	7	5	1600.99	0.40	1197.09	403.50	0.00	(Rep 2)
Hielo	7	5	1454.83	0.40	1055.05	399.38	0.00	(Rep 3)
Hielo	7	5	1389.54	0.40	982.59	406.55	0.00	(Average)
Hielo	0	0	250.56	0.00	258.47	9.09	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar (Rep 1)	6	0	1454.26	1.30	1068.06	77.95	306.95	
Camisa ensamblar (Rep 2)	6	0	2047.40	1.30	1506.56	78.28	461.25	
Camisa ensamblar (Rep 3)	6	0	1837.66	1.30	1339.85	75.35	421.15	
Camisa ensamblar (Average)	6	0	1779.78	1.30	1304.82	77.19	396.45	



Camisa ensamblar	0	0	300.77	0.00	221.33	1.60	80.06	(Std. Dev.)
Camisa enfriada	0	6	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	0	6	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	0	6	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Camisa enfriada	0	6	-	-	-	-	-	(Average)
Camisa enfriada	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Cilindro reparado	6	0	3760.12	104.81	403.38	3022.82	229.09	(Rep 1)
Cilindro reparado	6	0	4545.61	89.96	630.16	3377.35	448.13	(Rep 2)
Cilindro reparado	6	0	4547.06	96.97	536.20	3474.67	439.21	(Rep 3)
Cilindro reparado	6	0	4284.26	97.25	523.25	3291.61	372.14	(Average)
Cilindro reparado	0	0	453.92	7.43	113.94	237.81	123.96	(Std. Dev.)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)



pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity	In Move	Wait For	In Operation	Blocked	
Name	Logic	Res, etc.			
			%	%	
Cilindros	-	-	-	-	(Rep 1)
Cilindros	-	-	-	-	(Rep 2)
Cilindros	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindros	-	-	-	-	(Average)
Cilindros	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 1)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 2)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 3)
Solicitud	-	-	-	-	(Average)



Solicitud	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	0.04	62.51	37.45	0.00	(Rep 1)
Hielo	0.02	74.77	25.20	0.00	(Rep 2)
Hielo	0.03	72.52	27.45	0.00	(Rep 3)
Hielo	0.03	69.93	30.04	0.00	(Average)
Hielo	0.01	6.53	6.52	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)



Camisa ensamblar	0.09	73.44	5.36	21.11 (Rep 1)
Camisa ensamblar	0.06	73.58	3.82	22.53 (Rep 2)
Camisa ensamblar	0.07	72.91	4.10	22.92 (Rep 3)
Camisa ensamblar	0.07	73.31	4.43	22.18 (Average)
Camisa ensamblar	0.01	0.36	0.82	0.95 (Std. Dev.)
Camisa enfriada	-	-	-	- (Rep 1)
Camisa enfriada	-	-	-	- (Rep 2)
Camisa enfriada	-	-	-	- (Rep 3)
Camisa enfriada	-	-	-	- (Average)
Camisa enfriada	-	-	-	- (Std. Dev.)
Cilindro reparado	2.79	10.73	80.39	6.09 (Rep 1)
Cilindro reparado	1.98	13.86	74.30	9.86 (Rep 2)
Cilindro reparado	2.13	11.79	76.42	9.66 (Rep 3)
Cilindro reparado	2.30	12.13	77.04	8.54 (Average)
Cilindro reparado	0.43	1.59	3.09	2.12 (Std. Dev.)
pp1 con c	-	-	-	- (Rep 1)
pp1 con c	-	-	-	- (Rep 2)



pp1 con c	-	-	-	- (Rep 3)
pp1 con c	-	-	-	- (Average)
pp1 con c	-	-	-	- (Std. Dev.)

PROPUESTA 2. PUENTE GRUA - 1 CILINDRO

General Report

Output from C:\Documents and Settings\Usuario\Escritorio\PROPUESTA 2
PUENTE GRUA.MOD

Date: Oct/24/2010 Time: 09:15:51 PM

Scenario : Normal Run

Replication : All

Period : Final Report (0 sec to 58.49436667 hr Elapsed: 58.49436667 hr)

Simulation Time : 52.88475 hr (Std. Dev. 9.64

LOCATIONS

Average



Location	Scheduled	Total	Minutes	Average	Maximum			
Current								
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents		
Contents % Util								

Entrada (Rep 1)	58.49	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 2)	41.74	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 3)	58.41	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Average)	52.88	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Ensamble 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	7	106.32	0.21	2	0	
Ensamble 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	7	112.77	0.31	2	0	
Ensamble 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	7	146.90	0.29	2	0	
Ensamble 0.00 (Average)	52.88	999999	7	121.99	0.27	2	0	



Ensamble (Std. Dev.)	9.64	0	0	21.80	0.05	0	0	0.00
Ensamble remoc 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	1	144.40	0.04	1	0	
Ensamble remoc 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	1	152.93	0.06	1	0	
Ensamble remoc 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	1	136.40	0.03	1	0	
Ensamble remoc 0.00 (Average)	52.88	999999	1	144.57	0.04	1	0	
Ensamble remoc 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	8.26	0.01	0	0	
Lavado 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	2	239.22	0.13	1	0	
Lavado 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	2	233.57	0.18	1	0	
Lavado 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	2	220.59	0.12	1	0	
Lavado 0.00 (Average)	52.88	999999	2	231.13	0.14	1	0	
Lavado (Std. Dev.)	9.64	0	0	9.55	0.03	0	0	0.00



Ensamble inspec1 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	1	20.00	0.00	1	0
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	1	20.00	0.00	1	0
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	1	20.00	0.00	1	0
Ensamble inspec1 0.00 (Average)	52.88	999999	1	20.00	0.00	1	0
Ensamble inspec1 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	2	70.14	0.03	1	0
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	2	66.76	0.05	1	0
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	2	69.81	0.03	1	0
Ensamble inspec2 0.00 (Average)	52.88	999999	2	68.90	0.04	1	0
Ensamble inspec2 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	1.86	0.00	0	0



Mandrinadora 7.90 (Rep 1)	58.49	1	1	277.11	0.07	1	0
Mandrinadora 11.14 (Rep 2)	41.74	1	1	279.05	0.11	1	0
Mandrinadora 7.85 (Rep 3)	58.41	1	1	275.11	0.07	1	0
Mandrinadora 8.96 (Average)	52.88	1	1	277.09	0.08	1	0
Mandrinadora (Std. Dev.)	9.64	0	0	1.96	0.01	0	0 1.89
Mandrinadora metrologia 0.43 (Rep 1)	58.49	1	1	15.00	0.00	1	0
Mandrinadora metrologia 0.60 (Rep 2)	41.74	1	1	15.00	0.00	1	0
Mandrinadora metrologia 0.43 (Rep 3)	58.41	1	1	15.00	0.00	1	0
Mandrinadora metrologia 0.48 (Average)	52.88	1	1	15.00	0.00	1	0
Mandrinadora metrologia 0.10 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble pruebatinta 0 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	1	60.00	0.01	1	



Ensamble pruebatinta 0 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	1	60.00	0.02	1	
Ensamble pruebatinta 0 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	1	60.00	0.01	1	
Ensamble pruebatinta 0 0.00 (Average)	52.88	999999	1	60.00	0.01	1	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Average)	52.88	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble alistamiento 1 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	2	1398.88	0.79	1	
Ensamble alistamiento 1 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	2	873.98	0.69	1	



Ensamble alistamiento 1 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	2	1273.67	0.72	1	
Ensamble alistamiento 1 0.00 (Average)	52.88	999999	2	1182.17	0.74	1	
Ensamble alistamiento 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	274.14	0.05	0	0
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	2	310.12	0.17	1	0
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	2	332.70	0.26	1	0
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	2	434.44	0.24	1	0
Ensamble enfriam 0.00 (Average)	52.88	999999	2	359.09	0.23	1	0
Ensamble enfriam 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	66.22	0.04	0	0
Ensamble temp amb 0 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	1	893.68	0.25	1	
Ensamble temp amb 0 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	1	765.76	0.30	1	
Ensamble temp amb 0 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	1	963.41	0.27	1	



Ensamble temp amb 0 0.00 (Average)	52.88	999999	1	874.28	0.27	1	
Ensamble temp amb 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	100.24	0.02	0	0
Bruñidora (Rep 1)	58.49	1	1	152.71	0.04	1	0 4.35
Bruñidora (Rep 2)	41.74	1	1	139.37	0.05	1	0 5.56
Bruñidora (Rep 3)	58.41	1	1	159.68	0.04	1	0 4.56
Bruñidora (Average)	52.88	1	1	150.58	0.04	1	0 4.82
Bruñidora (Std. Dev.)	9.64	0	0	10.31	0.00	0	0 0.65
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	1	1072.22	0.30	1	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	1	234.05	0.09	1	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	1	992.39	0.28	1	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Average)	52.88	999999	1	766.22	0.22	1	



Ensamble reconspuertos 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	462.59	0.11	0	0
Ensamble esparragos 0 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	1	10.00	0.00	1	
Ensamble esparragos 0 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	1	10.00	0.00	1	
Ensamble esparragos 0 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	1	10.00	0.00	1	
Ensamble esparragos 0 0.00 (Average)	52.88	999999	1	10.00	0.00	1	
Ensamble esparragos 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble embalaje 0 0.00 (Rep 1)	58.49	999999	1	103.68	0.02	1	
Ensamble embalaje 0 0.00 (Rep 2)	41.74	999999	1	85.14	0.03	1	
Ensamble embalaje 0 0.00 (Rep 3)	58.41	999999	1	111.87	0.03	1	
Ensamble embalaje 0 0.00 (Average)	52.88	999999	1	100.23	0.03	1	
Ensamble embalaje 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	13.69	0.00	0	0



Banda ensamble mandrinadora 0 0.00 (Rep 1)	58.49	1	1	0.34	9.85	1	
Banda ensamble mandrinadora 0 0.00 (Rep 2)	41.74	1	1	0.34	0.00	1	
Banda ensamble mandrinadora 0 0.00 (Rep 3)	58.41	1	1	0.34	9.87	1	
Banda ensamble mandrinadora 0 0.00 (Average)	52.88	1	1	0.34	0.00	1	
Banda ensamble mandrinadora 0 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	2.28	0	
Banda ensamble lavado 0.00 (Rep 1)	58.49	1	2	0.11	6.46	1	0
Banda ensamble lavado 0.00 (Rep 2)	41.74	1	2	0.11	9.06	1	0
Banda ensamble lavado 0.00 (Rep 3)	58.41	1	2	0.11	6.47	1	0
Banda ensamble lavado 0.00 (Average)	52.88	1	2	0.11	7.33	1	0
Banda ensamble lavado 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	1.49	0	0



Banda mandrinad ensamble 0 0.00 (Rep 1)	58.49	1	1	0.36	0.00	1	
Banda mandrinad ensamble 0 0.00 (Rep 2)	41.74	1	1	0.36	0.00	1	
Banda mandrinad ensamble 0 0.00 (Rep 3)	58.41	1	1	0.36	0.00	1	
Banda mandrinad ensamble 0 0.00 (Average)	52.88	1	1	0.36	0.00	1	
Banda mandrinad ensamble 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	2.41	0	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 1)	58.49	1	1	0.28	8.06	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 2)	41.74	1	1	0.28	0.00	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 3)	58.41	1	1	0.28	8.07	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Average)	52.88	1	1	0.28	9.14	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	1.86	0	0
Banda lavado ensamble 0.00 (Rep 1)	58.49	1	2	0.11	6.46	1	0



Banda lavado ensamble 0.00 (Rep 2)	41.74	1	2	0.11	9.06	1	0
Banda lavado ensamble 0.00 (Rep 3)	58.41	1	2	0.11	6.47	1	0
Banda lavado ensamble 0.00 (Average)	52.88	1	2	0.11	7.33	1	0
Banda lavado ensamble 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	1.49	0	0
Banda ensamble bruñidora 0.00 (Rep 1)	58.49	1	1	0.28	8.00	1	0
Banda ensamble bruñidora 0.00 (Rep 2)	41.74	1	1	0.28	0.00	1	0
Banda ensamble bruñidora 0.00 (Rep 3)	58.41	1	1	0.28	8.01	1	0
Banda ensamble bruñidora 0.00 (Average)	52.88	1	1	0.28	9.08	1	0
Banda ensamble bruñidora 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	1.85	0	0

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)



Location	Scheduled	% Empty	% Partially Occupied	% Full	% Down
Entrada	58.49	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)
Entrada	41.74	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 2)
Entrada	58.41	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 3)
Entrada	52.88	100.00	0.00	0.00	0.00 (Average)
Entrada	9.64	0.00	0.00	0.00	0.00 (Std. Dev.)
Ensamble	58.49	81.16	18.84	0.00	0.00 (Rep 1)
Ensamble	41.74	71.82	28.18	0.00	0.00 (Rep 2)
Ensamble	58.41	74.12	25.88	0.00	0.00 (Rep 3)
Ensamble	52.88	75.70	24.30	0.00	0.00 (Average)
Ensamble	9.64	4.87	4.87	0.00	0.00 (Std. Dev.)
Ensamble remoc	58.49	95.89	4.11	0.00	0.00 (Rep 1)
Ensamble remoc	41.74	93.89	6.11	0.00	0.00 (Rep 2)
Ensamble remoc	58.41	96.11	3.89	0.00	0.00 (Rep 3)



Ensamble remoc	52.88	95.30	4.70	0.00		0.00	(Average)
Ensamble remoc	9.64	1.22	1.22	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Lavado	58.49	86.37	13.63	0.00		0.00	(Rep 1)
Lavado	41.74	81.35	18.65	0.00		0.00	(Rep 2)
Lavado	58.41	87.41	12.59	0.00		0.00	(Rep 3)
Lavado	52.88	85.04	14.96	0.00		0.00	(Average)
Lavado	9.64	3.24	3.24	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec1	58.49	99.43	0.57	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec1	41.74	99.20	0.80	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble inspec1	58.41	99.43	0.57	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec1	52.88	99.35	0.65	0.00		0.00	(Average)
Ensamble inspec1	9.64	0.13	0.13	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec2	58.49	96.00	4.00	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec2	41.74	94.67	5.33	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble inspec2	58.41	96.02	3.98	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec2	52.88	95.56	4.44	0.00		0.00	(Average)
Ensamble inspec2	9.64	0.77	0.77	0.00		0.00	(Std. Dev.)



Ensamble pruebatinta	58.49	98.29	1.71	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble pruebatinta	41.74	97.60	2.40	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble pruebatinta	58.41	98.29	1.71	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble pruebatinta	52.88	98.06	1.94	0.00		0.00	(Average)
Ensamble pruebatinta	9.64	0.40	0.40	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble limpieza	58.49	99.57	0.43	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble limpieza	41.74	99.40	0.60	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble limpieza	58.41	99.57	0.43	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble limpieza	52.88	99.52	0.48	0.00		0.00	(Average)
Ensamble limpieza	9.64	0.10	0.10	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble alistamiento	58.49	20.28	79.72	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble alistamiento	41.74	30.21	69.79	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble alistamiento	58.41	27.32	72.68	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble alistamiento	52.88	25.94	74.06	0.00		0.00	(Average)
Ensamble alistamiento	9.64	5.10	5.10	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble enfriam	58.49	82.33	17.67	0.00		0.00	(Rep 1)



Ensamble enfriam	41.74	73.43	26.57	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble enfriam	58.41	75.21	24.79	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble enfriam	52.88	76.99	23.01	0.00 0.00 (Average)
Ensamble enfriam	9.64	4.71	4.71	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble temp amb	58.49	74.54	25.46	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble temp amb	41.74	69.43	30.57	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble temp amb	58.41	72.51	27.49	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble temp amb	52.88	72.16	27.84	0.00 0.00 (Average)
Ensamble temp amb	9.64	2.57	2.57	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble reconspuertos	58.49	69.45	30.55	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble reconspuertos	41.74	90.65	9.35	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble reconspuertos	58.41	71.69	28.31	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble reconspuertos	52.88	77.26	22.74	0.00 0.00 (Average)
Ensamble reconspuertos	9.64	11.65	11.65	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble esparragos	58.49	99.72	0.28	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble esparragos	41.74	99.60	0.40	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble esparragos	58.41	99.71	0.29	0.00 0.00 (Rep 3)



Ensamble esparragos	52.88	99.68	0.32	0.00		0.00	(Average)
Ensamble esparragos	9.64	0.07	0.07	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble embalaje	58.49	97.05	2.95	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble embalaje	41.74	96.60	3.40	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble embalaje	58.41	96.81	3.19	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble embalaje	52.88	96.82	3.18	0.00		0.00	(Average)
Ensamble embalaje	9.64	0.22	0.22	0.00		0.00	(Std. Dev.)

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

Location	Scheduled	%	%	%	%	%	%
Name	Hours	Operation	Setup	Idle	Waiting	Blocked	Down
Mandrinadora	58.49	7.90	0.00	92.10	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)
Mandrinadora	41.74	11.14	0.00	88.86	0.00	0.00	0.00 (Rep 2)
Mandrinadora	58.41	7.85	0.00	92.15	0.00	0.00	0.00 (Rep 3)
Mandrinadora (Average)	52.88	8.96	0.00	91.04	0.00	0.00	0.00



Mandrinadora (Std. Dev.)	9.64	1.89	0.00	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 1)	58.49	0.43	0.00	99.57	0.00	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 2)	41.74	0.60	0.00	99.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 3)	58.41	0.43	0.00	99.57	0.00	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Average)	52.88	0.49	0.00	99.51	0.00	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Std. Dev.)	9.64	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 1)	58.49	4.35	0.00	95.65	0.00	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 2)	41.74	5.56	0.00	94.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 3)	58.41	4.56	0.00	95.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Average)	52.88	4.82	0.00	95.18	0.00	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Std. Dev.)	9.64	0.65	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00



Banda ensamble mandrinadora 0.00 (Rep 1)	58.49	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	
Banda ensamble mandrinadora 0.00 (Rep 2)	41.74	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	
Banda ensamble mandrinadora 0.00 (Rep 3)	58.41	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	
Banda ensamble mandrinadora 0.00 (Average)	52.88	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	
Banda ensamble mandrinadora (Std. Dev.)	9.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble lavado (Rep 1)	58.49	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble lavado (Rep 2)	41.74	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble lavado (Rep 3)	58.41	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble lavado (Average)	52.88	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble lavado (Std. Dev.)	9.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 1)	58.49	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00



Banda mandrinad ensamble (Rep 2)	41.74	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 3)	58.41	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Average)	52.88	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Std. Dev.)	9.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Rep 1)	58.49	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Rep 2)	41.74	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Rep 3)	58.41	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Average)	52.88	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Std. Dev.)	9.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Banda lavado ensamble (Rep 1)	58.49	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda lavado ensamble (Rep 2)	41.74	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00



Banda lavado ensamble (Rep 3)	58.41	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda lavado ensamble (Average)	52.88	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda lavado ensamble (Std. Dev.)	9.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble bruñidora (Rep 1)	58.49	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble bruñidora (Rep 2)	41.74	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble bruñidora (Rep 3)	58.41	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble bruñidora (Average)	52.88	0.01	0.00	99.99	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble bruñidora (Std. Dev.)	9.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FAILED ARRIVALS

Entity	Location	Total
Name	Name	Failed
-----	-----	-----
Cilindros	Entrada	0 (Rep 1)



Cilindros	Entrada	0 (Rep 2)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 3)
Cilindros	Entrada	0 (Average)
Cilindros	Entrada	0 (Std. Dev.)

Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 1)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 2)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 3)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Average)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Std. Dev.)

ENTITY ACTIVITY

Entity	Total Exits	Quantity In System	Average Current		Average Minutes		Average Wait For		Average In	
			Minutes	Minutes	Logic Res, etc.	Operation	Blocked	Blocked		
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	-	(Rep 2)



Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	2	0	310.32	0.40	0.00	309.92	0.00	(Rep 1)
Hielo	2	0	332.90	0.40	0.00	332.50	0.00	(Rep 2)
Hielo	2	0	434.64	0.40	0.00	434.24	0.00	(Rep 3)
Hielo	2	0	359.29	0.40	0.00	358.89	0.00	(Average)



Hielo	0	0	66.22	0.00	0.00	66.22	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar 1)	1	0	808.22	0.40	281.45	76.03	450.34	(Rep
Camisa ensamblar 2)	1	0	818.68	0.40	246.51	84.16	487.61	(Rep
Camisa ensamblar 3)	1	0	798.22	0.40	292.84	72.72	432.25	(Rep
Camisa ensamblar (Average)	1	0	808.37	0.40	273.60	77.64	456.73	
Camisa ensamblar Dev.)	0	0	10.23	0.00	24.14	5.88	28.23	(Std.
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 3)



Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	-	(Average)
Camisa enfriada	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Cilindro reparado	1	0	3509.66	32.00	0.10	3477.56	0.00	(Rep 1)
Cilindro reparado	1	0	2504.55	32.00	0.10	2472.45	0.00	(Rep 2)
Cilindro reparado	1	0	3505.04	32.00	0.10	3472.94	0.00	(Rep 3)
Cilindro reparado	1	0	3173.08	32.00	0.10	3140.98	0.00	(Average)
Cilindro reparado	0	0	578.97	0.00	0.00	578.97	0.00	(Std. Dev.)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE



Entity	% In Move	% Wait For	% In Operation	% Blocked
Name	Logic	Res, etc.	In Operation	Blocked
-----	-----	-----	-----	-----
Cilindros	-	-	-	- (Rep 1)
Cilindros	-	-	-	- (Rep 2)
Cilindros	-	-	-	- (Rep 3)
Cilindros	-	-	-	- (Average)
Cilindros	-	-	-	- (Std. Dev.)
Solicitud	-	-	-	- (Rep 1)
Solicitud	-	-	-	- (Rep 2)
Solicitud	-	-	-	- (Rep 3)
Solicitud	-	-	-	- (Average)
Solicitud	-	-	-	- (Std. Dev.)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 1)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 2)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 3)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Average)



pp1 con camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	0.13	0.00	99.87	0.00	(Rep 1)
Hielo	0.12	0.00	99.88	0.00	(Rep 2)
Hielo	0.09	0.00	99.91	0.00	(Rep 3)
Hielo	0.11	0.00	99.89	0.00	(Average)
Hielo	0.02	0.00	0.02	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar	0.05	34.82	9.41	55.72	(Rep 1)
Camisa ensamblar	0.05	30.11	10.28	59.56	(Rep 2)
Camisa ensamblar	0.05	36.69	9.11	54.15	(Rep 3)
Camisa ensamblar	0.05	33.87	9.60	56.48	(Average)
Camisa ensamblar	0.00	3.39	0.61	2.78	(Std. Dev.)



Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 3)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Average)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Cilindro reparado	0.91	0.00	99.09	0.00	(Rep 1)
Cilindro reparado	1.28	0.00	98.72	0.00	(Rep 2)
Cilindro reparado	0.91	0.00	99.08	0.00	(Rep 3)
Cilindro reparado	1.03	0.00	98.96	0.00	(Average)
Cilindro reparado	0.21	0.00	0.21	0.00	(Std. Dev.)
pp1 con c	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con c	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con c	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con c	-	-	-	-	(Average)
pp1 con c	-	-	-	-	(Std. Dev.)

PROPUESTA 2. PUENTE GRUA - 6 CILINDRO



General Report

Output from C:\Documents and Settings\Usuario\Escritorio\PROPUESTA 2
PUENTE GRUA.MOD

Date: Oct/24/2010 Time: 09:21:42 PM

Scenario : Normal Run

Replication : All

Period : Final Report (0 sec to 76.07445 hr Elapsed: 76.07445 hr)

Simulation Time : 69.62408333 hr (Std. Dev. 5.67)

LOCATIONS

Location	Scheduled	Average		Maximum	Contents	Contents
		Total	Minutes			
Current						
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents
Contents % Util						
Entrada	76.07	999999	30	0.00	0	1
0.00 (Rep 1)						0



Entrada 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	28	0.00	0	1	0	
Entrada 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	29	0.00	0	1	0	
Entrada 0.00 (Average)	69.62	999999	29	0.00	0	1	0	
Entrada (Std. Dev.)	5.67	0	1	0.00	0	0	0	0.00
Ensamble 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	42	286.17	2.63	12	7	
Ensamble 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	38	361.14	3.49	12	9	
Ensamble 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	40	335.20	3.31	12	8	
Ensamble 0.00 (Average)	69.62	999999	40	327.50	3.14	12	8	
Ensamble (Std. Dev.)	5.67	0	2	38.07	0.45	0	1	0.00
Ensamble remoc 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	6	140.52	0.18	6	0	
Ensamble remoc 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	6	147.67	0.22	6	0	



Ensamble remoc 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	6	144.98	0.21	6	0
Ensamble remoc 0.00 (Average)	69.62	999999	6	144.39	0.20	6	0
Ensamble remoc 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	0	3.60	0.02	0	0
Lavado 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	12	237.23	0.62	6	0
Lavado 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	10	239.25	0.60	6	0
Lavado 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	11	237.26	0.64	6	0
Lavado 0.00 (Average)	69.62	999999	11	237.91	0.62	6	0
Lavado (Std. Dev.)	5.67	0	1	1.15	0.01	0	0 0.00
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	6	440.92	0.57	4	0
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	5	377.99	0.48	3	0
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	6	435.17	0.64	4	0



Ensamble inspec1 0 0.00 (Average)	69.62	999999	5.66	418.03	0.56	3.66		
Ensamble inspec1 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	0.57	34.79	0.08	0.57	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	12	64.38	0.16	2	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	9	150.01	0.34	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	10	67.38	0.16	3	0	
Ensamble inspec2 0 0.00 (Average)	69.62	999999	10.33	93.92	0.22	2		
Ensamble inspec2 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	1.52	48.59	0.10	1	0	
Mandrinadora 34.67 (Rep 1)	76.07	1	6	263.72	0.34	1	0	
Mandrinadora 55.91 (Rep 2)	65.42	1	6	365.77	0.55	1	0	
Mandrinadora 40.37 (Rep 3)	67.37	1	6	271.98	0.40	1	0	
Mandrinadora 43.65 (Average)	69.62	1	6	300.49	0.43	1	0	



Mandrinadora 10.99 (Std. Dev.)	5.67	0	0	56.68	0.10	0	0
Mandrinadora metrologia 1.97 (Rep 1)	76.07	1	6	15.00	0.01	1	0
Mandrinadora metrologia 2.29 (Rep 2)	65.42	1	6	15.00	0.02	1	0
Mandrinadora metrologia 2.23 (Rep 3)	67.37	1	6	15.00	0.02	1	0
Mandrinadora metrologia 2.16 (Average)	69.62	1	6	15.00	0.02	1	0
Mandrinadora metrologia 0.17 (Std. Dev.)	5.67	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble pruebatinta 0 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	6	60.00	0.07	1	
Ensamble pruebatinta 0 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	6	60.00	0.09	1	
Ensamble pruebatinta 0 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	6	60.00	0.08	1	
Ensamble pruebatinta 0 0.00 (Average)	69.62	999999	6	60.00	0.08	1	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	0	0.00	0.00	0	0



Ensamble limpieza 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	6	15.00	0.01	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	6	15.00	0.02	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	6	15.00	0.02	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Average)	69.62	999999	6	15.00	0.02	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble alistamiento 5 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	11	1806.94	4.35	6	
Ensamble alistamiento 3 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	9	1628.18	3.73	6	
Ensamble alistamiento 4 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	10	1511.28	3.73	6	
Ensamble alistamiento 4 0.00 (Average)	69.62	999999	10	1648.80	3.94	6	
Ensamble alistamiento 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	1	148.90	0.35	0	1



Ensamble enfriam 0 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	11	317.47	0.76	6	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	9	357.70	0.82	6	0
Ensamble enfriam 0 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	10	433.83	1.07	6	
Ensamble enfriam 0 0.00 (Average)	69.62	999999	10	369.67	0.88	6	
Ensamble enfriam 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	1	59.09	0.16	0	0
Ensamble temp amb 0 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	6	976.77	1.28	5	
Ensamble temp amb 0 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	4	1016.75	1.03	4	
Ensamble temp amb 0 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	5	1031.65	1.27	5	
Ensamble temp amb 0 0.00 (Average)	69.62	999999	5	1008.39	1.19	4.66	
Ensamble temp amb 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	1	28.37	0.14	0.57	0
Bruñidora 20.14 (Rep 1)	76.07	1	6	153.21	0.20	1	0



Bruñidora 16.11 (Rep 2)	65.42	1	4	158.15	0.16	1	0
Bruñidora 19.26 (Rep 3)	67.37	1	5	155.71	0.19	1	0
Bruñidora 18.51 (Average)	69.62	1	5	155.69	0.18	1	0
Bruñidora (Std. Dev.)	5.67	0	1	2.46	0.02	0	0 2.12
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	6	697.32	0.91	3	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	4	465.71	0.47	2	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	5	536.35	0.66	3	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Average)	69.62	999999	5	566.46	0.68	2.66	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	1	118.70	0.22	0.57	
Ensamble esparragos 0 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	6	10.00	0.01	1	
Ensamble esparragos 0 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	4	10.00	0.01	1	



Ensamble esparragos 0 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	5	10.00	0.01	1
Ensamble esparragos 0 0.00 (Average)	69.62	999999	5	10.00	0.01	1
Ensamble esparragos 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	1	0.00	0.00	0 0
Ensamble embalaje 0 0.00 (Rep 1)	76.07	999999	6	90.43	0.11	1
Ensamble embalaje 0 0.00 (Rep 2)	65.42	999999	4	95.12	0.09	1
Ensamble embalaje 0 0.00 (Rep 3)	67.37	999999	5	94.77	0.11	2
Ensamble embalaje 0 0.00 (Average)	69.62	999999	5	93.44	0.11	1.33
Ensamble embalaje 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	1	2.61	0.01	0.57 0
Banda ensamble mandrinadora 0 0.96 (Rep 1)	76.07	1	6	219.92	0.28	1
Banda ensamble mandrinadora 0 1.64 (Rep 2)	65.42	1	6	323.17	0.49	1
Banda ensamble mandrinadora 0 1.09 (Rep 3)	67.37	1	6	222.14	0.32	1



Banda ensamble mandrinadora 0 1.23 (Average)	69.62	1	6	255.08	0.37	1	1
Banda ensamble mandrinadora 0 0.36 (Std. Dev.)	5.67	0	0	58.98	0.10	0	0
Banda ensamble lavado 0.00 (Rep 1)	76.07	1	12	0.11	0.00	1	0
Banda ensamble lavado 0.01 (Rep 2)	65.42	1	10	0.11	0.00	1	0
Banda ensamble lavado 0.01 (Rep 3)	67.37	1	11	0.11	0.00	1	0
Banda ensamble lavado 0.01 (Average)	69.62	1	11	0.11	0.00	1	0
Banda ensamble lavado 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	1	0.00	1.22	0	0
Banda mandrinad ensamble 0 0.00 (Rep 1)	76.07	1	6	0.36	0.00	1	1
Banda mandrinad ensamble 0 0.00 (Rep 2)	65.42	1	6	0.36	0.00	1	1
Banda mandrinad ensamble 0 0.00 (Rep 3)	67.37	1	6	0.36	0.00	1	1
Banda mandrinad ensamble 0 0.00 (Average)	69.62	1	6	0.36	0.00	1	1



Banda mandrinad ensamble 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	0	0.00	4.13	0	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 1)	76.07	1	6	0.28	0.00	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 2)	65.42	1	4	0.28	0.00	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Rep 3)	67.37	1	5	0.28	0.00	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Average)	69.62	1	5	0.28	0.00	1	0
Banda Bruñidora ensamble 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	1	0.00	4.33	0	0
Banda lavado ensamble 0.00 (Rep 1)	76.07	1	12	0.11	0.00	1	0
Banda lavado ensamble 0.01 (Rep 2)	65.42	1	10	0.11	0.00	1	0
Banda lavado ensamble 0.01 (Rep 3)	67.37	1	11	0.11	0.00	1	0
Banda lavado ensamble 0.01 (Average)	69.62	1	11	0.11	0.00	1	0
Banda lavado ensamble 0.00 (Std. Dev.)	5.67	0	1	0.00	1.22	0	0



Banda ensamble bruñidora 0.16 (Rep 1)	76.07	1	6	37.83	0.04	1	0
Banda ensamble bruñidora 0.07 (Rep 2)	65.42	1	4	21.31	0.02	1	0
Banda ensamble bruñidora 0.06 (Rep 3)	67.37	1	5	14.29	0.01	1	0
Banda ensamble bruñidora 0.10 (Average)	69.62	1	5	24.48	0.02	1	0
Banda ensamble bruñidora 0.06 (Std. Dev.)	5.67	0	1	12.08	0.01	0	0

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

Location	Scheduled	% Empty	% Partially Occupied	% Full	% Down
Name	Hours	Empty	Occupied	Full	Down
Entrada	76.07	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)
Entrada	65.42	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 2)
Entrada	67.37	100.00	0.00	0.00	0.00 (Rep 3)
Entrada	69.62	100.00	0.00	0.00	0.00 (Average)



Entrada	5.67	0.00	0.00	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble	76.07	3.51	96.49	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble	65.42	4.88	95.12	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble	67.37	4.40	95.60	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble	69.62	4.26	95.74	0.00		0.00	(Average)
Ensamble	5.67	0.69	0.69	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble remoc	76.07	96.42	3.58	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble remoc	65.42	95.48	4.52	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble remoc	67.37	95.59	4.41	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble remoc	69.62	95.83	4.17	0.00		0.00	(Average)
Ensamble remoc	5.67	0.51	0.51	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Lavado	76.07	68.80	31.20	0.00		0.00	(Rep 1)
Lavado	65.42	68.42	31.58	0.00		0.00	(Rep 2)
Lavado	67.37	72.51	27.49	0.00		0.00	(Rep 3)
Lavado	69.62	69.91	30.09	0.00		0.00	(Average)
Lavado	5.67	2.26	2.26	0.00		0.00	(Std. Dev.)



Ensamble inspec1	76.07	75.95	24.05	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec1	65.42	72.35	27.65	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble inspec1	67.37	72.62	27.38	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec1	69.62	73.64	26.36	0.00		0.00	(Average)
Ensamble inspec1	5.67	2.01	2.01	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec2	76.07	84.10	15.90	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec2	65.42	65.61	34.39	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble inspec2	67.37	85.98	14.02	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec2	69.62	78.56	21.44	0.00		0.00	(Average)
Ensamble inspec2	5.67	11.26	11.26	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble pruebatinta	76.07	92.11	7.89	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble pruebatinta	65.42	90.83	9.17	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble pruebatinta	67.37	91.09	8.91	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble pruebatinta	69.62	91.35	8.65	0.00		0.00	(Average)
Ensamble pruebatinta	5.67	0.68	0.68	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble limpieza	76.07	98.03	1.97	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble limpieza	65.42	97.71	2.29	0.00		0.00	(Rep 2)



Ensamble limpieza	67.37	97.77	2.23	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble limpieza	69.62	97.84	2.16	0.00		0.00	(Average)
Ensamble limpieza	5.67	0.17	0.17	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble alistamiento	76.07	6.10	93.90	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble alistamiento	65.42	8.47	91.53	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble alistamiento	67.37	6.70	93.30	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble alistamiento	69.62	7.09	92.91	0.00		0.00	(Average)
Ensamble alistamiento	5.67	1.23	1.23	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble enfriam	76.07	62.92	37.08	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble enfriam	65.42	64.80	35.20	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble enfriam	67.37	57.18	42.82	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble enfriam	69.62	61.63	38.37	0.00		0.00	(Average)
Ensamble enfriam	5.67	3.97	3.97	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble temp amb	76.07	52.56	47.44	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble temp amb	65.42	52.69	47.31	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble temp amb	67.37	48.89	51.11	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble temp amb	69.62	51.38	48.62	0.00		0.00	(Average)



Ensamble temp amb	5.67	2.16	2.16	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble reconspuertos	76.07	54.12	45.88	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble reconspuertos	65.42	64.46	35.54	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble reconspuertos	67.37	64.25	35.75	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble reconspuertos	69.62	60.94	39.06	0.00 0.00 (Average)
Ensamble reconspuertos	5.67	5.91	5.91	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble esparragos	76.07	98.69	1.31	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble esparragos	65.42	98.98	1.02	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble esparragos	67.37	98.76	1.24	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble esparragos	69.62	98.81	1.19	0.00 0.00 (Average)
Ensamble esparragos	5.67	0.15	0.15	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble embalaje	76.07	88.11	11.89	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble embalaje	65.42	90.31	9.69	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble embalaje	67.37	91.13	8.87	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble embalaje	69.62	89.85	10.15	0.00 0.00 (Average)
Ensamble embalaje	5.67	1.56	1.56	0.00 0.00 (Std. Dev.)



LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

Location	Scheduled	%	%	%	%	%	%
Name	Hours	Operation	Setup	Idle	Waiting	Blocked	Down
Mandrinadora 1)	76.07	34.67	0.00	65.33	0.00	0.00	0.00 (Rep
Mandrinadora 2)	65.42	55.91	0.00	44.09	0.00	0.00	0.00 (Rep
Mandrinadora 3)	67.37	40.37	0.00	59.63	0.00	0.00	0.00 (Rep
Mandrinadora (Average)	69.62	43.65	0.00	56.35	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora (Std. Dev.)	5.67	10.99	0.00	10.99	0.00	0.00	0.00 (Std.
Mandrinadora metrologia (Rep 1)	76.07	1.97	0.00	98.03	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 2)	65.42	2.29	0.00	97.71	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 3)	67.37	2.23	0.00	97.77	0.00	0.00	0.00



Mandrinadora metrologia (Average)	69.62	2.16	0.00	97.84	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Std. Dev.)	5.67	0.17	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 1)	76.07	20.14	0.00	79.86	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 2)	65.42	16.11	0.00	83.89	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 3)	67.37	19.26	0.00	80.74	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Average)	69.62	18.50	0.00	81.50	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Std. Dev.)	5.67	2.12	0.00	2.12	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble mandrinadora (Rep 1)	76.07	0.05	0.00	71.09	0.00	28.86	0.00
Banda ensamble mandrinadora (Rep 2)	65.42	0.05	0.00	50.61	0.00	49.34	0.00
Banda ensamble mandrinadora (Rep 3)	67.37	0.05	0.00	67.03	0.00	32.92	0.00
Banda ensamble mandrinadora (Average)	69.62	0.05	0.00	62.91	0.00	37.04	0.00
Banda ensamble mandrinadora (Std. Dev.)	5.67	0.00	0.00	10.84	0.00	10.84	0.00



Banda ensamble lavado (Rep 1)	76.07	0.03	0.00	99.97	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble lavado (Rep 2)	65.42	0.03	0.00	99.97	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble lavado (Rep 3)	67.37	0.03	0.00	99.97	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble lavado (Average)	69.62	0.03	0.00	99.97	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble lavado (Std. Dev.)	5.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 1)	76.07	0.05	0.00	99.95	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 2)	65.42	0.06	0.00	99.94	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Rep 3)	67.37	0.05	0.00	99.95	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Average)	69.62	0.05	0.00	99.95	0.00	0.00	0.00
Banda mandrinad ensamble (Std. Dev.)	5.67	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00



Banda Bruñidora ensamble (Rep 1)	76.07	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Rep 2)	65.42	0.03	0.00	99.97	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Rep 3)	67.37	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Average)	69.62	0.04	0.00	99.96	0.00	0.00	0.00
Banda Bruñidora ensamble (Std. Dev.)	5.67	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Banda lavado ensamble (Rep 1)	76.07	0.03	0.00	99.97	0.00	0.00	0.00
Banda lavado ensamble (Rep 2)	65.42	0.03	0.00	99.97	0.00	0.00	0.00
Banda lavado ensamble (Rep 3)	67.37	0.03	0.00	99.97	0.00	0.00	0.00
Banda lavado ensamble (Average)	69.62	0.03	0.00	99.97	0.00	0.00	0.00
Banda lavado ensamble (Std. Dev.)	5.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Banda ensamble bruñidora (Rep 1)	76.07	0.04	0.00	95.02	0.00	4.94	0.00



Banda ensamble bruñidora (Rep 2)	65.42	0.03	0.00	97.83	0.00	2.14	0.00
Banda ensamble bruñidora (Rep 3)	67.37	0.03	0.00	98.23	0.01	1.73	0.00
Banda ensamble bruñidora (Average)	69.62	0.03	0.00	97.03	0.00	2.94	0.00
Banda ensamble bruñidora (Std. Dev.)	5.67	0.01	0.00	1.75	0.01	1.75	0.00

FAILED ARRIVALS

Entity	Location	Total
Name	Name	Failed
-----	-----	-----
Cilindros	Entrada	0 (Rep 1)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 2)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 3)
Cilindros	Entrada	0 (Average)
Cilindros	Entrada	0 (Std. Dev.)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 1)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 2)



Camisa ensamblar Entrada 0 (Rep 3)

 Camisa ensamblar Entrada 0 (Average)

 Camisa ensamblar Entrada 0 (Std. Dev.)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Quantity In System	Average Current Minutes		Average In Move Minutes		Average Wait For Res, etc. Minutes		In Operation Blocked
			In System	In Move	Wait For	Res, etc.			
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	(Average)
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	-	(Rep 1)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	-	(Rep 2)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	-	(Rep 3)



Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	11	1	389.82	0.40	0.00	389.42	0.00	(Rep 1)
Hielo	9	1	387.29	0.40	0.00	386.89	0.00	(Rep 2)
Hielo	10	1	460.47	0.40	0.00	460.07	0.00	(Rep 3)
Hielo	10	1	412.53	0.40	0.00	412.13	0.00	(Average)
Hielo	1	0	41.53	0.00	0.00	41.53	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	0	2	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	0	1	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	0	1	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)



Camisa ensamblar (Rep 1)	7	0	1233.51	0.37	311.06	73.33	848.74
Camisa ensamblar (Rep 2)	7	2	1421.29	0.37	327.63	73.73	1019.55
Camisa ensamblar (Rep 3)	7	1	1239.77	0.37	319.45	69.10	850.84
Camisa ensamblar (Average)	7	1	1298.19	0.37	319.38	72.05	906.38
Camisa ensamblar (Std. Dev.)	0	1	106.65	0.00	8.28	2.56	98.01
Camisa enfriada (Rep 1)	0	5	-	-	-	-	-
Camisa enfriada (Rep 2)	0	3	-	-	-	-	-
Camisa enfriada (Rep 3)	0	4	-	-	-	-	-
Camisa enfriada (Average)	0	4	-	-	-	-	-
Camisa enfriada (Std. Dev.)	0	1	-	-	-	-	-
Cilindro reparado (Rep 1)	0	6	-	-	-	-	-
Cilindro reparado (Rep 2)	0	4	-	-	-	-	-
Cilindro reparado (Rep 3)	0	5	-	-	-	-	-
Cilindro reparado (Average)	0	5	-	-	-	-	-



Cilindro reparado	0	1	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

	%	%		
Entity	In Move	Wait For	%	%
Name	Logic	Res, etc.	In Operation	Blocked
-----	-----	-----	-----	-----
Cilindros	-	-	-	- (Rep 1)
Cilindros	-	-	-	- (Rep 2)
Cilindros	-	-	-	- (Rep 3)
Cilindros	-	-	-	- (Average)
Cilindros	-	-	-	- (Std. Dev.)



Solicitud	-	-	-	-	(Rep 1)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 2)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 3)
Solicitud	-	-	-	-	(Average)
Solicitud	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	0.10	0.00	99.90	0.00	(Rep 1)
Hielo	0.10	0.00	99.90	0.00	(Rep 2)
Hielo	0.09	0.00	99.91	0.00	(Rep 3)
Hielo	0.10	0.00	99.90	0.00	(Average)
Hielo	0.01	0.00	0.01	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 2)



pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar	0.03	25.22	5.95	68.81	(Rep 1)
Camisa ensamblar	0.03	23.05	5.19	71.73	(Rep 2)
Camisa ensamblar	0.03	25.77	5.57	68.63	(Rep 3)
Camisa ensamblar	0.03	24.68	5.57	69.72	(Average)
Camisa ensamblar	0.00	1.44	0.38	1.74	(Std. Dev.)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 3)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Average)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Cilindro reparado	-	-	-	-	(Rep 1)
Cilindro reparado	-	-	-	-	(Rep 2)
Cilindro reparado	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindro reparado	-	-	-	-	(Average)



Cilindro reparado	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con c	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con c	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con c	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con c	-	-	-	-	(Average)
pp1 con c	-	-	-	-	(Std. Dev.)

PROPUESTA 2. MONTACARGAS – 1 CILINDRO

General Report

Output from C:\Documents and Settings\Usuario\Escritorio\PROPUESTA 2 MONTACARGAS.MOD

Date: Oct/24/2010 Time: 09:46:59 PM

Scenario : Normal Run

Replication : All

Period : Final Report (0 sec to 58.50668333 hr Elapsed: 58.50668333 hr)

Simulation Time : 52.89706667 hr (Std. Dev. 9.64

LOCATIONS



Average

Location	Scheduled	Total	Minutes	Average	Maximum			
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents		
Contents % Util								
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Entrada (Rep 1)	58.50	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 2)	41.75	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 3)	58.42	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Average)	52.89	999999	5	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Ensamble 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	7	106.32	0.21	2	0	
Ensamble 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	7	112.77	0.31	2	0	
Ensamble 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	7	146.90	0.29	2	0	



Ensamble	52.89	999999	7	121.99	0.27	2	0	
0.00 (Average)								
Ensamble	9.64	0	0	21.80	0.05	0	0	0.00
(Std. Dev.)								
Ensamble remoc	58.50	999999	1	144.40	0.04	1	0	
0.00 (Rep 1)								
Ensamble remoc	41.75	999999	1	152.93	0.06	1	0	
0.00 (Rep 2)								
Ensamble remoc	58.42	999999	1	136.40	0.03	1	0	
0.00 (Rep 3)								
Ensamble remoc	52.89	999999	1	144.57	0.04	1	0	
0.00 (Average)								
Ensamble remoc	9.64	0	0	8.26	0.01	0	0	0.00
(Std. Dev.)								
Lavado	58.50	999999	2	239.22	0.13	1	0	0.00
(Rep 1)								
Lavado	41.75	999999	2	233.57	0.18	1	0	0.00
(Rep 2)								
Lavado	58.42	999999	2	220.59	0.12	1	0	0.00
(Rep 3)								
Lavado	52.89	999999	2	231.13	0.14	1	0	0.00
(Average)								



Lavado (Std. Dev.)	9.64	0	0	9.55	0.03	0	0	0.00
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	1	20.00	0.00	1	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	1	20.00	0.00	1	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	1	20.00	0.00	1	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Average)	52.89	999999	1	20.00	0.00	1	0	
Ensamble inspec1 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	2	70.96	0.04	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	2	67.57	0.05	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	2	70.63	0.04	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Average)	52.89	999999	2	69.72	0.04	1	0	
Ensamble inspec2 (Std. Dev.)	9.64	0	0	1.86	0.00	0	0	0.00



Mandrinadora (Rep 1)	58.50	1	1	277.11	0.07	1	0	7.89
Mandrinadora (Rep 2)	41.75	1	1	279.05	0.11	1	0	11.14
Mandrinadora (Rep 3)	58.42	1	1	275.11	0.07	1	0	7.85
Mandrinadora (Average)	52.89	1	1	277.09	0.08	1	0	8.96
Mandrinadora (Std. Dev.)	9.64	0	0	1.96	0.01	0	0	1.89
Mandrinadora metrologia 0.43 (Rep 1)	58.50	1	1	15.00	0.00	1	0	
Mandrinadora metrologia 0.60 (Rep 2)	41.75	1	1	15.00	0.00	1	0	
Mandrinadora metrologia 0.43 (Rep 3)	58.42	1	1	15.00	0.00	1	0	
Mandrinadora metrologia 0.48 (Average)	52.89	1	1	15.00	0.00	1	0	
Mandrinadora metrologia 0.10 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0.00	0	0	



Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	1	60.00	0.01	1	0
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	1	60.00	0.02	1	0
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	1	60.00	0.01	1	0
Ensamble pruebatinta 0.00 (Average)	52.89	999999	1	60.00	0.01	1	0
Ensamble pruebatinta 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza 0.00 (Average)	52.89	999999	1	15.00	0.00	1	0
Ensamble limpieza (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0.00	0	0.00
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	2	1399.25	0.79	1	1



Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	2	874.35	0.69	1	1	
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	2	1274.04	0.72	1	1	
Ensamble alistamiento 0.00 (Average)	52.89	999999	2	1182.54	0.74	1	1	
Ensamble alistamiento 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	274.14	0.05	0	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	2	310.12	0.17	1	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	2	332.70	0.26	1	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	2	434.44	0.24	1	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Average)	52.89	999999	2	359.09	0.23	1	0	
Ensamble enfriam (Std. Dev.)	9.64	0	0	66.22	0.04	0	0	0.00
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	1	893.68	0.25	1	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	1	765.76	0.30	1	0	



Ensamble temp amb 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	1	963.41	0.27	1	0
Ensamble temp amb 0.00 (Average)	52.89	999999	1	874.28	0.27	1	0
Ensamble temp amb 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	100.24	0.02	0	0
Bruñidora (Rep 1)	58.50	1	1	152.71	0.04	1	0 4.35
Bruñidora (Rep 2)	41.75	1	1	139.37	0.05	1	0 5.56
Bruñidora (Rep 3)	58.42	1	1	159.68	0.04	1	0 4.55
Bruñidora (Average)	52.89	1	1	150.58	0.04	1	0 4.82
Bruñidora (Std. Dev.)	9.64	0	0	10.31	0.00	0	0 0.65
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	1	1072.22	0.30	1	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	1	234.05	0.09	1	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	1	992.39	0.28	1	



Ensamble reconspuertos 0.00 (Average)	52.89	999999	1	766.22	0.22	1	0
Ensamble reconspuertos 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	462.59	0.11	0	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	1	10.00	0.00	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	1	10.00	0.00	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	1	10.00	0.00	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Average)	52.89	999999	1	10.00	0.00	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Std. Dev.)	9.64	0	0	0.00	0.00	0	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 1)	58.50	999999	1	103.68	0.02	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 2)	41.75	999999	1	85.14	0.03	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 3)	58.42	999999	1	111.87	0.03	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Average)	52.89	999999	1	100.23	0.03	1	0



Ensamble embalaje 9.64 0 0 13.69 0.00 0 0

 0.00 (Std. Dev.)

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

Location	Scheduled	% Empty	% Partially Occupied	% Full	% Down	
Name	Hours					
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Entrada	58.50	100.00	0.00	0.00	0.00	(Rep 1)
Entrada	41.75	100.00	0.00	0.00	0.00	(Rep 2)
Entrada	58.42	100.00	0.00	0.00	0.00	(Rep 3)
Entrada	52.89	100.00	0.00	0.00	0.00	(Average)
Entrada	9.64	0.00	0.00	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Ensamble	58.50	81.16	18.84	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble	41.75	71.82	28.18	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble	58.42	74.13	25.87	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble	52.89	75.71	24.29	0.00	0.00	(Average)
Ensamble	9.64	4.87	4.87	0.00	0.00	(Std. Dev.)



Ensamble remoc	58.50	95.89	4.11	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble remoc	41.75	93.90	6.10	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble remoc	58.42	96.11	3.89	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble remoc	52.89	95.30	4.70	0.00		0.00	(Average)
Ensamble remoc	9.64	1.22	1.22	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Lavado	58.50	86.37	13.63	0.00		0.00	(Rep 1)
Lavado	41.75	81.35	18.65	0.00		0.00	(Rep 2)
Lavado	58.42	87.42	12.58	0.00		0.00	(Rep 3)
Lavado	52.89	85.05	14.95	0.00		0.00	(Average)
Lavado	9.64	3.24	3.24	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec1	58.50	99.43	0.57	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec1	41.75	99.20	0.80	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble inspec1	58.42	99.43	0.57	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec1	52.89	99.35	0.65	0.00		0.00	(Average)
Ensamble inspec1	9.64	0.13	0.13	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec2	58.50	95.96	4.04	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec2	41.75	94.61	5.39	0.00		0.00	(Rep 2)



Ensamble inspec2	58.42	95.97	4.03	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec2	52.89	95.51	4.49	0.00	0.00	(Average)
Ensamble inspec2	9.64	0.78	0.78	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Ensamble pruebatinta	58.50	98.29	1.71	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble pruebatinta	41.75	97.61	2.39	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble pruebatinta	58.42	98.29	1.71	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble pruebatinta	52.89	98.06	1.94	0.00	0.00	(Average)
Ensamble pruebatinta	9.64	0.40	0.40	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Ensamble limpieza	58.50	99.57	0.43	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble limpieza	41.75	99.40	0.60	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble limpieza	58.42	99.57	0.43	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble limpieza	52.89	99.52	0.48	0.00	0.00	(Average)
Ensamble limpieza	9.64	0.10	0.10	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Ensamble alistamiento	58.50	20.28	79.72	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble alistamiento	41.75	30.20	69.80	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble alistamiento	58.42	27.32	72.68	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble alistamiento	52.89	25.93	74.07	0.00	0.00	(Average)



Ensamble alistamiento	9.64	5.10	5.10	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble enfriam	58.50	82.33	17.67	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble enfriam	41.75	73.44	26.56	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble enfriam	58.42	75.22	24.78	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble enfriam	52.89	77.00	23.00	0.00 0.00 (Average)
Ensamble enfriam	9.64	4.71	4.71	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble temp amb	58.50	74.54	25.46	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble temp amb	41.75	69.43	30.57	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble temp amb	58.42	72.52	27.48	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble temp amb	52.89	72.17	27.83	0.00 0.00 (Average)
Ensamble temp amb	9.64	2.57	2.57	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble reconspuertos	58.50	69.46	30.54	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble reconspuertos	41.75	90.66	9.34	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble reconspuertos	58.42	71.69	28.31	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble reconspuertos	52.89	77.27	22.73	0.00 0.00 (Average)
Ensamble reconspuertos	9.64	11.65	11.65	0.00 0.00 (Std. Dev.)



Ensamble esparragos	58.50	99.72	0.28	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble esparragos	41.75	99.60	0.40	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble esparragos	58.42	99.71	0.29	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble esparragos	52.89	99.68	0.32	0.00		0.00	(Average)
Ensamble esparragos	9.64	0.07	0.07	0.00		0.00	(Std. Dev.)

Ensamble embalaje	58.50	97.05	2.95	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble embalaje	41.75	96.60	3.40	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble embalaje	58.42	96.81	3.19	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble embalaje	52.89	96.82	3.18	0.00		0.00	(Average)
Ensamble embalaje	9.64	0.22	0.22	0.00		0.00	(Std. Dev.)

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

Location	Scheduled	%	%	%	%	%	%
Name	Hours	Operation	Setup	Idle	Waiting	Blocked	Down
Mandrinadora	58.50	7.89	0.00	92.11	0.00	0.00	0.00 (Rep 1)
Mandrinadora	41.75	11.14	0.00	88.86	0.00	0.00	0.00 (Rep 2)
Mandrinadora	58.42	7.85	0.00	92.15	0.00	0.00	0.00 (Rep 3)



Mandrinadora (Average)	52.89	8.96	0.00	91.04	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora (Std. Dev.)	9.64	1.89	0.00	1.89	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 1)	58.50	0.43	0.00	99.57	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 2)	41.75	0.60	0.00	99.40	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 3)	58.42	0.43	0.00	99.57	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Average)	52.89	0.49	0.00	99.51	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Std. Dev.)	9.64	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 1)	58.50	4.35	0.00	95.65	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 2)	41.75	5.56	0.00	94.44	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 3)	58.42	4.55	0.00	95.45	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Average)	52.89	4.82	0.00	95.18	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Std. Dev.)	9.64	0.65	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00

RESOURCES



Average Average Average

Number Minutes Minutes Minutes

Resource	Scheduled	Of Times	Per	Travel	Travel	% Blocked			
Name	Units	Hours	Used	Usage	To Use	To Park	In Travel	% Util	
MONTACARGAS (Rep 1)	1	58.50	9	0.24	0.18	0.00	0.00	0.11	
MONTACARGAS (Rep 2)	1	41.75	9	0.24	0.18	0.00	0.00	0.15	
MONTACARGAS (Rep 3)	1	58.42	9	0.24	0.18	0.00	0.00	0.11	
MONTACARGAS (Average)	1	52.89	9	0.24	0.18	0.00	0.00	0.13	
MONTACARGAS (Std. Dev.)	0	9.64	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

Resource	Scheduled	% Travel	Travel	%	%					
Name	Hours	In Use	To Use	To Park	Idle	Down				
MONTACARGAS (Rep 1)	58.50	0.06	0.05	0.00	99.89	0.00				



MONTACARGAS	41.75	0.09	0.06	0.00	99.85	0.00	(Rep 2)
MONTACARGAS	58.42	0.06	0.05	0.00	99.89	0.00	(Rep 3)
MONTACARGAS	52.89	0.07	0.05	0.00	99.87	0.00	(Average)
MONTACARGAS	9.64	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	(Std. Dev.)

FAILED ARRIVALS

Entity	Location	Total
Name	Name	Failed
-----	-----	-----
Cilindros	Entrada	0 (Rep 1)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 2)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 3)
Cilindros	Entrada	0 (Average)
Cilindros	Entrada	0 (Std. Dev.)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 1)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 2)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 3)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Average)



Camisa ensamblar Entrada 0 (Std. Dev.)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Quantity In System	Average Current Minutes		Average In Move Minutes		Average Wait For Res, etc. Minutes		In Operation Blocked
			In System	In Move	Wait For	Res, etc.			
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 1)	
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 2)	
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 3)	
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	- (Average)	
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	- (Std. Dev.)	
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 1)	
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 2)	
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 3)	
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	- (Average)	
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	- (Std. Dev.)	



pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 1)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 2)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 3)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	- (Average)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	- (Std. Dev.)
Hielo	2	0	310.32	0.40	0.00	309.92	0.00	(Rep 1)
Hielo	2	0	332.90	0.40	0.00	332.50	0.00	(Rep 2)
Hielo	2	0	434.64	0.40	0.00	434.24	0.00	(Rep 3)
Hielo	2	0	359.29	0.40	0.00	358.89	0.00	(Average)
Hielo	0	0	66.22	0.00	0.00	66.22	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar	1	0	807.94	0.40	281.45	76.03	450.05	(Rep 1)



Camisa ensamblar 2)	1	0	818.40	0.40	246.51	84.16	487.33 (Rep
Camisa ensamblar 3)	1	0	797.94	0.40	292.84	72.72	431.96 (Rep
Camisa ensamblar (Average)	1	0	808.09	0.40	273.60	77.64	456.45
Camisa ensamblar (Std. Dev.)	0	0	10.23	0.00	24.14	5.88	28.23 (Std.
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	- (Rep 1)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	- (Rep 2)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	- (Rep 3)
Camisa enfriada	0	1	-	-	-	-	- (Average)
Camisa enfriada	0	0	-	-	-	-	- (Std. Dev.)
Cilindro reparado 1)	1	0	3510.40	34.46	0.10	3475.83	0.00 (Rep
Cilindro reparado 2)	1	0	2505.29	34.46	0.10	2470.72	0.00 (Rep
Cilindro reparado 3)	1	0	3505.78	34.46	0.10	3471.21	0.00 (Rep
Cilindro reparado (Average)	1	0	3173.82	34.46	0.10	3139.25	0.00



Cilindro reparado 0 0 578.97 0.00 0.00 578.97 0.00 (Std. Dev.)

pp1 con c 0 0 - - - - - (Rep 1)

pp1 con c 0 0 - - - - - (Rep 2)

pp1 con c 0 0 - - - - - (Rep 3)

pp1 con c 0 0 - - - - - (Average)

pp1 con c 0 0 - - - - - (Std. Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity	% %		% %	
	In Move	Wait For	In Operation	Blocked
Name	Logic	Res, etc.	In Operation	Blocked
-----	-----	-----	-----	-----
Cilindros	-	-	-	- (Rep 1)
Cilindros	-	-	-	- (Rep 2)
Cilindros	-	-	-	- (Rep 3)
Cilindros	-	-	-	- (Average)
Cilindros	-	-	-	- (Std. Dev.)



Solicitud	-	-	-	-	(Rep 1)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 2)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 3)
Solicitud	-	-	-	-	(Average)
Solicitud	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	0.13	0.00	99.87	0.00	(Rep 1)
Hielo	0.12	0.00	99.88	0.00	(Rep 2)
Hielo	0.09	0.00	99.91	0.00	(Rep 3)
Hielo	0.11	0.00	99.89	0.00	(Average)
Hielo	0.02	0.00	0.02	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 2)



pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar	0.05	34.84	9.41	55.70	(Rep 1)
Camisa ensamblar	0.05	30.12	10.28	59.55	(Rep 2)
Camisa ensamblar	0.05	36.70	9.11	54.14	(Rep 3)
Camisa ensamblar	0.05	33.89	9.60	56.46	(Average)
Camisa ensamblar	0.00	3.39	0.61	2.78	(Std. Dev.)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 3)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Average)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Cilindro reparado	0.98	0.00	99.02	0.00	(Rep 1)
Cilindro reparado	1.38	0.00	98.62	0.00	(Rep 2)
Cilindro reparado	0.98	0.00	99.01	0.00	(Rep 3)
Cilindro reparado	1.11	0.00	98.88	0.00	(Average)



Cilindro reparado 0.23 0.00 0.23 0.00 (Std. Dev.)

pp1 con c - - - - (Rep 1)

pp1 con c - - - - (Rep 2)

pp1 con c - - - - (Rep 3)

pp1 con c - - - - (Average)

pp1 con c - - - - (Std. Dev.)

PROPUESTA 2. MONTACARGAS – 6 CILINDRO

General Report

Output from C:\Documents and Settings\Usuario\Escritorio\PROPUESTA 2
MONTACARGAS.MOD

Date: Oct/24/2010 Time: 09:47:51 PM

Scenario : Normal Run

Replication : All

Period : Final Report (0 sec to 71.76631667 hr Elapsed: 71.76631667 hr)

Simulation Time : 66.53031667 hr (Std. Dev. 4.61

LOCATIONS



Average

Location	Scheduled	Total	Minutes	Average	Maximum			
Name	Hours	Capacity	Entries	Per Entry	Contents	Contents		
Contents % Util								
Entrada (Rep 1)	71.76	999999	30	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 2)	63.03	999999	28	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Rep 3)	64.78	999999	29	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Average)	66.53	999999	29	0.00	0	1	0	0.00
Entrada (Std. Dev.)	4.61	0	1	0.00	0	0	0	0.00
Ensamble 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	42	254.87	2.48	12	7	
Ensamble 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	38	330.36	3.31	12	9	
Ensamble 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	40	307.86	3.16	12	8	



Ensamble 0.00 (Average)	66.53	999999	40	297.70	2.99	12	8
Ensamble (Std. Dev.)	4.61	0	2	38.75	0.44	0	1 0.00
Ensamble remoc 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	6	140.66	0.19	6	0
Ensamble remoc 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	6	147.80	0.23	6	0
Ensamble remoc 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	6	145.11	0.22	6	0
Ensamble remoc 0.00 (Average)	66.53	999999	6	144.52	0.21	6	0
Ensamble remoc (Std. Dev.)	4.61	0	0	3.60	0.01	0	0 0.00
Lavado 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	12	248.08	0.69	6	0
Lavado 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	10	243.48	0.64	6	0
Lavado 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	11	236.01	0.66	6	0
Lavado 0.00 (Average)	66.53	999999	11	242.52	0.66	6	0



Lavado (Std. Dev.)	4.61	0	1	6.09	0.02	0	0	0.00
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	6	663.38	0.92	5	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	5	714.11	0.94	4	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	6	659.85	1.01	5	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Average)	66.53	999999	5.66	679.11	0.96	4.66	0	
Ensamble inspec1 0.00 (Std. Dev.)	4.61	0	0.57	30.35	0.04	0.57	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	12	83.02	0.23	2	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	9	190.92	0.45	1	0	
Ensamble inspec2 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	10	72.98	0.18	2	0	
Ensamble inspec2 0 0.00 (Average)	66.53	999999	10.33	115.64	0.29	1.66		
Ensamble inspec2 0.00 (Std. Dev.)	4.61	0	1.52	65.39	0.14	0.57	0	



Mandrinadora (Rep 1)	71.76	1	6	264.30	0.36	1	0	36.83
Mandrinadora (Rep 2)	63.03	1	6	366.40	0.58	1	0	58.13
Mandrinadora (Rep 3)	64.78	1	6	272.50	0.42	1	0	42.06
Mandrinadora (Average)	66.53	1	6	301.07	0.45	1	0	45.67
Mandrinadora (Std. Dev.)	4.61	0	0	56.73	0.11	0	0	11.10
Mandrinadora metrologia 2.09 (Rep 1)	71.76	1	6	15.01	0.02	1	0	
Mandrinadora metrologia 2.38 (Rep 2)	63.03	1	6	15.01	0.02	1	0	
Mandrinadora metrologia 2.32 (Rep 3)	64.78	1	6	15.01	0.02	1	0	
Mandrinadora metrologia 2.26 (Average)	66.53	1	6	15.01	0.02	1	0	
Mandrinadora metrologia 0.15 (Std. Dev.)	4.61	0	0	0.00	0.00	0	0	



Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	6	60.00	0.08	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	6	60.00	0.09	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	6	60.00	0.09	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Average)	66.53	999999	6	60.00	0.09	1	0	
Ensamble pruebatinta 0.00 (Std. Dev.)	4.61	0	0	0.00	0.00	0	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	6	15.00	0.02	1	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	6	15.00	0.02	1	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	6	15.00	0.02	1	0	
Ensamble limpieza 0.00 (Average)	66.53	999999	6	15.00	0.02	1	0	
Ensamble limpieza (Std. Dev.)	4.61	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	11	1689.93	4.31	6	5	



Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	9	1582.42	3.76	6	3	
Ensamble alistamiento 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	10	1450.51	3.73	6	4	
Ensamble alistamiento 0.00 (Average)	66.53	999999	10	1574.28	3.93	6	4	
Ensamble alistamiento 0.00 (Std. Dev.)	4.61	0	1	119.91	0.32	0	1	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	11	317.12	0.81	6	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	9	357.55	0.85	6	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	10	433.70	1.11	6	0	
Ensamble enfriam 0.00 (Average)	66.53	999999	10	369.46	0.92	6	0	
Ensamble enfriam (Std. Dev.)	4.61	0	1	59.19	0.16	0	0	0.00
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	6	976.77	1.36	5	0	
Ensamble temp amb 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	4	1016.75	1.07	4	0	



Ensamble temp amb 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	5	1031.65	1.32	5	0
Ensamble temp amb 0 0.00 (Average)	66.53	999999	5	1008.39	1.25	4.66	
Ensamble temp amb 0.00 (Std. Dev.)	4.61	0	1	28.37	0.15	0.57	0
Bruñidora (Rep 1)	71.76	1	6	147.71	0.20	1	0 20.58
Bruñidora (Rep 2)	63.03	1	4	160.08	0.16	1	0 16.93
Bruñidora (Rep 3)	64.78	1	5	151.53	0.19	1	0 19.49
Bruñidora (Average)	66.53	1	5	153.11	0.19	1	0 19.00
Bruñidora (Std. Dev.)	4.61	0	1	6.33	0.01	0	0 1.87
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	6	593.79	0.82	3	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	4	417.70	0.44	2	
Ensamble reconspuertos 0 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	5	507.24	0.65	3	



Ensamble reconspuertos 0.00 (Average)	66.53	999999	5	506.24	0.64	2.66	
Ensamble reconspuertos 0.00 (Std. Dev.)	4.61	0	1	88.04	0.19	0.57	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	6	10.00	0.01	2	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	4	10.00	0.01	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	5	10.00	0.01	1	0
Ensamble esparragos 0.00 (Average)	66.53	999999	5	10.00	0.01	1.33	0
Ensamble esparragos 0.00 (Std. Dev.)	4.61	0	1	0.00	0.00	0.57	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 1)	71.76	999999	6	91.93	0.12	2	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 2)	63.03	999999	4	88.75	0.09	1	0
Ensamble embalaje 0.00 (Rep 3)	64.78	999999	5	98.62	0.12	2	0
Ensamble embalaje 0.00 (Average)	66.53	999999	5	93.10	0.11	1.66	0



Ensamble embalaje 4.61 0 1 5.03 0.01 0.57 0
0.00 (Std. Dev.)

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

Location	Scheduled	% Empty	% Partially Occupied	% Full	% Down	
Entrada	71.76	100.00	0.00	0.00	0.00	(Rep 1)
Entrada	63.03	100.00	0.00	0.00	0.00	(Rep 2)
Entrada	64.78	100.00	0.00	0.00	0.00	(Rep 3)
Entrada	66.53	100.00	0.00	0.00	0.00	(Average)
Entrada	4.61	0.00	0.00	0.00	0.00	(Std. Dev.)
Ensamble	71.76	3.73	96.27	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble	63.03	5.11	94.89	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble	64.78	4.58	95.42	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble	66.53	4.47	95.53	0.00	0.00	(Average)
Ensamble	4.61	0.70	0.70	0.00	0.00	(Std. Dev.)



Ensamble remoc	71.76	96.20	3.80	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble remoc	63.03	95.30	4.70	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble remoc	64.78	95.41	4.59	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble remoc	66.53	95.64	4.36	0.00		0.00	(Average)
Ensamble remoc	4.61	0.49	0.49	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Lavado	71.76	66.02	33.98	0.00		0.00	(Rep 1)
Lavado	63.03	67.75	32.25	0.00		0.00	(Rep 2)
Lavado	64.78	69.51	30.49	0.00		0.00	(Rep 3)
Lavado	66.53	67.76	32.24	0.00		0.00	(Average)
Lavado	4.61	1.75	1.75	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec1	71.76	68.55	31.45	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec1	63.03	47.86	52.14	0.00		0.00	(Rep 2)
Ensamble inspec1	64.78	64.54	35.46	0.00		0.00	(Rep 3)
Ensamble inspec1	66.53	60.32	39.68	0.00		0.00	(Average)
Ensamble inspec1	4.61	10.97	10.97	0.00		0.00	(Std. Dev.)
Ensamble inspec2	71.76	80.52	19.48	0.00		0.00	(Rep 1)
Ensamble inspec2	63.03	54.57	45.43	0.00		0.00	(Rep 2)



Ensamble inspec2	64.78	85.29	14.71	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble inspec2	66.53	73.46	26.54	0.00 0.00 (Average)
Ensamble inspec2	4.61	16.53	16.53	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble pruebatinta	71.76	91.64	8.36	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble pruebatinta	63.03	90.48	9.52	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble pruebatinta	64.78	90.74	9.26	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble pruebatinta	66.53	90.95	9.05	0.00 0.00 (Average)
Ensamble pruebatinta	4.61	0.61	0.61	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble limpieza	71.76	97.91	2.09	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble limpieza	63.03	97.62	2.38	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble limpieza	64.78	97.68	2.32	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble limpieza	66.53	97.74	2.26	0.00 0.00 (Average)
Ensamble limpieza	4.61	0.15	0.15	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble alistamiento	71.76	6.47	93.53	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble alistamiento	63.03	8.79	91.21	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble alistamiento	64.78	6.97	93.03	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble alistamiento	66.53	7.41	92.59	0.00 0.00 (Average)



Ensamble alistamiento	4.61	1.22	1.22	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble enfriam	71.76	60.73	39.27	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble enfriam	63.03	63.50	36.50	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble enfriam	64.78	55.48	44.52	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble enfriam	66.53	59.90	40.10	0.00 0.00 (Average)
Ensamble enfriam	4.61	4.08	4.08	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble temp amb	71.76	49.60	50.40	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble temp amb	63.03	50.79	49.21	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble temp amb	64.78	46.72	53.28	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble temp amb	66.53	49.04	50.96	0.00 0.00 (Average)
Ensamble temp amb	4.61	2.09	2.09	0.00 0.00 (Std. Dev.)
Ensamble reconspuertos	71.76	55.48	44.52	0.00 0.00 (Rep 1)
Ensamble reconspuertos	63.03	68.20	31.80	0.00 0.00 (Rep 2)
Ensamble reconspuertos	64.78	67.65	32.35	0.00 0.00 (Rep 3)
Ensamble reconspuertos	66.53	63.78	36.22	0.00 0.00 (Average)
Ensamble reconspuertos	4.61	7.19	7.19	0.00 0.00 (Std. Dev.)



Ensamble esparragos	71.76	98.63	1.37	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble esparragos	63.03	98.94	1.06	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble esparragos	64.78	98.71	1.29	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble esparragos	66.53	98.76	1.24	0.00	0.00	(Average)
Ensamble esparragos	4.61	0.16	0.16	0.00	0.00	(Std. Dev.)

Ensamble embalaje	71.76	89.04	10.96	0.00	0.00	(Rep 1)
Ensamble embalaje	63.03	90.61	9.39	0.00	0.00	(Rep 2)
Ensamble embalaje	64.78	88.47	11.53	0.00	0.00	(Rep 3)
Ensamble embalaje	66.53	89.37	10.63	0.00	0.00	(Average)
Ensamble embalaje	4.61	1.11	1.11	0.00	0.00	(Std. Dev.)

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

Location	Scheduled	%	%	%	%	%	%
Name	Hours	Operation	Setup	Idle	Waiting	Blocked	Down
Mandrinadora	71.76	36.75	0.00	63.17	0.08	0.00	0.00 (Rep 1)
Mandrinadora	63.03	58.02	0.00	41.87	0.11	0.00	0.00 (Rep 2)
Mandrinadora	64.78	41.98	0.00	57.94	0.08	0.00	0.00 (Rep 3)



Mandrinadora (Average)	66.53	45.58	0.00	54.33	0.09	0.00	0.00
Mandrinadora (Std. Dev.)	4.61	11.08	0.00	11.10	0.02	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 1)	71.76	2.09	0.00	97.91	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 2)	63.03	2.38	0.00	97.62	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Rep 3)	64.78	2.32	0.00	97.68	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Average)	66.53	2.26	0.00	97.74	0.00	0.00	0.00
Mandrinadora metrologia (Std. Dev.)	4.61	0.15	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 1)	71.76	20.57	0.00	79.42	0.01	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 2)	63.03	16.87	0.00	83.07	0.06	0.00	0.00
Bruñidora (Rep 3)	64.78	19.44	0.00	80.51	0.05	0.00	0.00
Bruñidora (Average)	66.53	18.96	0.00	81.00	0.04	0.00	0.00
Bruñidora (Std. Dev.)	4.61	1.90	0.00	1.87	0.03	0.00	0.00

RESOURCES



Average Average Average									
Number Minutes Minutes Minutes									
Resource	Scheduled	Of Times	Per	Travel	Travel	% Blocked			
Name	Units	Hours	Used	Usage	To Use	To Park	In Travel	% Util	
MONTACARGAS (Rep 1)	1	71.76	54	0.24	0.28	0.00	0.00	0.67	
MONTACARGAS (Rep 2)	1	63.03	46	0.24	0.36	0.00	0.00	0.75	
MONTACARGAS (Rep 3)	1	64.78	50	0.24	0.31	0.00	0.00	0.72	
MONTACARGAS (Average)	1	66.53	50	0.24	0.32	0.00	0.00	0.71	
MONTACARGAS (Std. Dev.)	0	4.61	4	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04	

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

		%	%				
Resource	Scheduled	% Travel	Travel	%	%		
Name	Hours	In Use	To Use	To Park	Idle	Down	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



MONTACARGAS	71.76	0.31	0.36	0.00	99.33	0.00	(Rep 1)
MONTACARGAS	63.03	0.30	0.44	0.00	99.25	0.00	(Rep 2)
MONTACARGAS	64.78	0.32	0.40	0.00	99.28	0.00	(Rep 3)
MONTACARGAS	66.53	0.31	0.40	0.00	99.29	0.00	(Average)
MONTACARGAS	4.61	0.01	0.04	0.00	0.04	0.00	(Std. Dev.)

FAILED ARRIVALS

Entity	Location	Total
Name	Name	Failed
-----	-----	-----
Cilindros	Entrada	0 (Rep 1)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 2)
Cilindros	Entrada	0 (Rep 3)
Cilindros	Entrada	0 (Average)
Cilindros	Entrada	0 (Std. Dev.)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 1)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 2)
Camisa ensamblar	Entrada	0 (Rep 3)



Camisa ensamblar Entrada 0 (Average)

Camisa ensamblar Entrada 0 (Std. Dev.)

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Quantity In System	Average Current Minutes		Average Move Minutes		Average Wait For Res, etc. Minutes		In Operation Blocked
			In System	Move System	Wait For Logic Res, etc.	In Operation			
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 1)	
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 2)	
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 3)	
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	- (Average)	
Cilindros	0	0	-	-	-	-	-	- (Std. Dev.)	
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 1)	
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 2)	
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	- (Rep 3)	
Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	- (Average)	



Solicitud	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Hielo	11	1	389.82	0.40	0.00	389.42	0.00	(Rep 1)
Hielo	9	1	387.29	0.40	0.00	386.89	0.00	(Rep 2)
Hielo	10	1	460.47	0.40	0.00	460.07	0.00	(Rep 3)
Hielo	10	1	412.53	0.40	0.00	412.13	0.00	(Average)
Hielo	1	0	41.53	0.00	0.00	41.53	0.00	(Std. Dev.)
pp1 sin camisa	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 sin camisa	0	2	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 sin camisa	0	1	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 sin camisa	0	1	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	0	1	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)



Camisa ensamblar (Rep 1)	7	0	1236.53	0.37	311.06	73.33	851.76
Camisa ensamblar (Rep 2)	7	2	1424.67	0.37	327.63	73.73	1022.93
Camisa ensamblar (Rep 3)	7	1	1242.73	0.37	319.45	69.10	853.80
Camisa ensamblar (Average)	7	1	1301.31	0.37	319.38	72.05	909.50
Camisa ensamblar (Std. Dev.)	0	1	106.87	0.00	8.28	2.56	98.24
Camisa enfriada (Rep 1)	0	5	-	-	-	-	-
Camisa enfriada (Rep 2)	0	3	-	-	-	-	-
Camisa enfriada (Rep 3)	0	4	-	-	-	-	-
Camisa enfriada (Average)	0	4	-	-	-	-	-
Camisa enfriada (Std. Dev.)	0	1	-	-	-	-	-
Cilindro reparado (Rep 1)	0	6	-	-	-	-	-
Cilindro reparado (Rep 2)	0	4	-	-	-	-	-
Cilindro reparado (Rep 3)	0	5	-	-	-	-	-
Cilindro reparado (Average)	0	5	-	-	-	-	-
Cilindro reparado (Std. Dev.)	0	1	-	-	-	-	-



pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 1)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 2)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Rep 3)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Average)
pp1 con c	0	0	-	-	-	-	-	(Std. Dev.)

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

	%	%		%	%
Entity	In Move	Wait For		%	%
Name	Logic	Res, etc.	In Operation	Blocked	
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cilindros	-	-	-	-	(Rep 1)
Cilindros	-	-	-	-	(Rep 2)
Cilindros	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindros	-	-	-	-	(Average)
Cilindros	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Solicitud	-	-	-	-	(Rep 1)



Solicitud	-	-	-	- (Rep 2)
Solicitud	-	-	-	- (Rep 3)
Solicitud	-	-	-	- (Average)
Solicitud	-	-	-	- (Std. Dev.)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 1)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 2)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Rep 3)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Average)
pp1 con camisa	-	-	-	- (Std. Dev.)
Hielo	0.10	0.00	99.90	0.00 (Rep 1)
Hielo	0.10	0.00	99.90	0.00 (Rep 2)
Hielo	0.09	0.00	99.91	0.00 (Rep 3)
Hielo	0.10	0.00	99.90	0.00 (Average)
Hielo	0.01	0.00	0.01	0.00 (Std. Dev.)
pp1 sin camisa	-	-	-	- (Rep 1)
pp1 sin camisa	-	-	-	- (Rep 2)
pp1 sin camisa	-	-	-	- (Rep 3)



pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Average)
pp1 sin camisa	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Camisa ensamblar	0.03	25.16	5.93	68.88	(Rep 1)
Camisa ensamblar	0.03	23.00	5.18	71.80	(Rep 2)
Camisa ensamblar	0.03	25.71	5.56	68.70	(Rep 3)
Camisa ensamblar	0.03	24.62	5.56	69.80	(Average)
Camisa ensamblar	0.00	1.43	0.38	1.74	(Std. Dev.)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 1)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 2)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Rep 3)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Average)
Camisa enfriada	-	-	-	-	(Std. Dev.)
Cilindro reparado	-	-	-	-	(Rep 1)
Cilindro reparado	-	-	-	-	(Rep 2)
Cilindro reparado	-	-	-	-	(Rep 3)
Cilindro reparado	-	-	-	-	(Average)
Cilindro reparado	-	-	-	-	(Std. Dev.)



pp1 con c	-	-	-	- (Rep 1)
pp1 con c	-	-	-	- (Rep 2)
pp1 con c	-	-	-	- (Rep 3)
pp1 con c	-	-	-	- (Average)
pp1 con c	-	-	-	- (Std. Dev.)

ANEXO 10

RESULTADOS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Full Factorial Design

Factors: 3 Base Design: 3.8

Runs: 24 Replicates: 3

Blocks: 1 Center pts (total): 0

All terms are free from aliasing.

Factorial Fit: TIEMPO DE PROC. versus PROPUESTA. TRANSPORTE.
CILINDROS

Estimated Effects and Coefficients for TIEMPO DE PROC. (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		63,128	1,504	41,97	0,000
PROPUESTA		-5,299	-2,650	1,504	-1,76 0,097
TRANSPORTE		4,254	2,127	1,504	1,41 0,177
CILINDROS		19,968	9,984	1,504	6,64 0,000
PROPUESTA*TRANSPORTE			-5,797	-2,899	1,504 -1,93 0,072
PROPUESTA*CILINDROS			-4,781	-2,390	1,504 -1,59 0,132



TRANSPORTE*CILINDROS 3,812 1,906 1,504 1,27 0,223

 PROPUESTA*TRANSPORTE*CILINDROS -5,366 -2,683 1,504 -1,78 0,093

S = 7,36920 R-Sq = 79,00% R-Sq(adj) = 69,81%

Analysis of Variance for TIEMPO DE PROC. (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	3	2669,28	2669,28	889,76	16,38	0,000
2-Way Interactions	3	426,02	426,02	142,01	2,61	0,087
3-Way Interactions	1	172,75	172,75	172,75	3,18	0,093
Residual Error	16	868,88	868,88	54,31		
Pure Error	16	868,88	868,88	54,31		
Total	23	4136,93				

Effects Plot for TIEMPO DE PROC.

Alias Structure

PROPUESTA

TRANSPORTE

CILINDROS

PROPUESTA*TRANSPORTE



PROPUESTA*CILINDROS

TRANSPORTE*CILINDROS

PROPUESTA*TRANSPORTE*CILINDROS