



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS "CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ"

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SUM ABREUS

Tesis en opción al Título de Ingeniero Industrial

TÍTULO:

**Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta
en la UEB DIP Guillermo Moncada**

Autor: Francisco Vega Alsina

*Tutores: Ing. Noemí Delgado Álvarez
Ing. Greter Martínez Curbelo*

Curso: 2009-2010

“ Año 52 de la Revolución.”

Agradecimientos:

Sería un riesgo mencionar los nombres de las personas a quien agradezco la elaboración de este trabajo, pues podría cometer la injusticia de excluir, sin intención, alguna de ellas.

El agradecimiento se extiende para todas aquellas personas que, de una forma u otra contribuyeron y se saben parte de este trabajo

A ellas.....

Muchas gracias.

RESUMEN

Las mejoras de distribución en planta han sido y siguen siendo importantes, aunque muchos empresarios no distinguen su significado en el logro de la eficiencia y eficacia. Por ello el trabajo titulado: Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada, persigue proponer una mejora en la distribución en planta que garantice disminuir los movimientos innecesarios del material, para facilitar la organización del trabajo y de la producción.

El trabajo está dotado de técnicas y herramientas que ayudan a medir, determinar, definir y mejorar los movimientos de los materiales en la instalación objeto de estudio. También se emplean técnicas computacionales, como editores de textos, AutoCad 2008, Ms Visio, MS Excel.

La propuesta de mejora permite disminuir los recorridos en un 76 % y el tiempo invertido en ellos se reduce en 66 % a partir de: organizar el taller de maquinado eliminando puestos ociosos y creando otros necesarios, organizando el taller de Tándem y proponiendo la creación de áreas de almacenamiento.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN -----	6
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA SOBRE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA. ----	9
1.1 Origen de las Distribuciones en Planta.-----	9
1.2. Necesidad de realización de proyectos o estudios de localización y distribución en planta.-----	11
1.3. Objetivos de una buena distribución en planta.-----	12
1.4. Principios a tener en cuenta en una distribución en planta.-----	13
1.5 Clasificación de la distribución en planta-----	14
1.5.1 Distribución por posición fija-----	15
1.5.2 Distribución por procesos, por funciones, por secciones o por talleres.-----	16
1.5.3 Distribución por producto, en cadena o en serie.-----	17
1.5.4 Células de trabajo o células de fabricación flexible.-----	17
1.6. Factores que intervienen en la distribución espacial de una instalación.-----	18
1.7. Métodos para mejorar una distribución en planta en sistemas industriales.-----	23
1.7.1. Método de planeación sistemática de la distribución en planta.-----	24
1.7.1.2. Métricas de distancia y forma.-----	31
1.8 Ventajas de una Eficiente Distribución en Planta-----	33
1.9 Estimación de los costos de la nueva distribución.-----	34
1.10 Dirección Integrada de Proyecto.-----	37
CAPÍTULO II: DIAGNOSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ACTUAL EN LA DIP “GUILLERMO MONCADA” -----	39
2.1. Caracterización de la UEB DIP Guillermo Moncada-----	39
2.1.1. Redimensionamiento de la industria azucarera cubana-----	39
2.1.2. La Alternativa Bolivariana para los pueblos de América.-----	41
2.1.3. La Dirección integrada de proyecto en el sector azucarero.-----	42
2.1.4 Caracterización interna de la DIP Guillermo Moncada.-----	43
2.1.4.1. Descripción de los proyectos asignados.-----	45
2.1.4.2. Descripción de las fases del sistema empresarial en la UEB DIP Guillermo-----	46
2.2.1. Evaluación preliminar sobre la distribución en planta actual.-----	50
2.3. Diagnóstico de la distribución en planta actual de la DIP Guillermo Moncada-----	51
2.3.1. Razones de localización de la instalación-----	52
2.3.2. Descripción de las áreas que componen la instalación de la DIP Guillermo Moncada-----	53
2.3.3. Análisis de los factores que intervienen en la distribución en planta actual.-----	54
2.3.3.1. Material-----	54
2.3.3.2. Hombre-----	57
2.3.3.3. Maquinaria-----	58
2.3.3.4. Movimiento-----	60
2.3.3.5. Espera. Almacenamiento.-----	65
2.3.3.6. Edificio.-----	68
2.3.3.7 Servicios auxiliares-----	69
2.3.3.8. Cambio-----	69
2.4 Valoración del cumplimiento de los principios de distribución en planta en la instalación actual.-----	70
2.5. Resumen de las principales deficiencias detectadas en la distribución en planta actual de la UEB DIP Guillermo Moncada- .-----	71
CAPITULO III. PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ACTUAL EN LA UEB DIP GUILLERMO MONCADA. -----	72
3.1. Reordenación y ajustes menores en la distribución en planta actual.-----	72
3.2. Enfoque utilizado para la mejora de la distribución en planta actual.-----	72

3.2.1. Fase I. Emplazamiento y ubicación. -----	72
3.2.2. Fase II. Planificación de la distribución general conjunta. -----	72
3.2.2.1. Argumentos para ubicar en el taller de Tándem un área con distribución por posición fija. -----	73
3.2.2.2 Argumentos para habilitar dos áreas de almacenamiento para los productos terminados. -----	74
3.2.2.3. Argumentos para trasladar las actividades de pailería del taller de Tándem al de maquinado. -----	75
3.2.2.4. Argumentos para mover el área de pintura dentro del mismo taller, para separarla de las operaciones de Sanblast. -----	76
3.3. Fase III. Plan detallado para la propuesta de distribución en planta en el taller de maquinado. -----	77
3.3.1. Análisis producto cantidad (PQ) -----	78
3.3.2. Análisis del flujo de materiales -----	79
3.3.3. Análisis de las relaciones entre actividades. -----	80
3.3.3. Diagrama relacional de recorridos y/o actividades -----	81
3.3.4. Determinación de la necesidad de espacio. -----	83
3.3.5. Comparación del espacio necesario con el disponible. -----	88
3.3.6. Diagrama relacional de espacio -----	88
3.3.7. Evaluación de la distribución en planta propuesta respecto a la actual. -----	90
3.3.7. Estimación de los gastos de la nueva distribución. -----	90
CONCLUSIONES. -----	93
RECOMENDACIONES -----	94
BIBLIOGRAFIA: -----	95
Anexo -----	97

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años se ha escrito sobre distribución en planta, aún así no muchos empresarios han distinguido en este elemento una reserva de productividad y con ello de eficiencia y eficacia.

Para alcanzar la eficiencia y eficacia se adoptan muchas filosofías modernas que contribuyen a alcanzar las metas trazadas para satisfacer a los clientes, que cada vez exigen productos de mayor calidad y más personalizados.

Por otra parte la competencia se hace más fuerte entre empresarios en un mismo producto y ciclo de vida, que cada día se acorta más en su fase de desarrollo y madurez, lo que obliga a la empresa a rediseñar con frecuencia su producto, de igual forma necesita procesos más flexibles, capaces de adaptarse a las exigencias del mercado. Es así que los procesos de producción y con ellos la distribución en planta necesita de análisis detallados y abiertos, para garantizar dichas exigencias.

Desde final de la década de los 50 y principios de los 60, comienzan ya los esfuerzos por sistematizar el proceso de obtención de soluciones al problema de la distribución en planta. Desde entonces y hasta ahora han surgido multitud de procedimientos de generación y evaluación, los que son diferenciados fundamentalmente por la modelización del problema, el número de criterios contemplados, las técnicas de resolución y las restricciones existentes, todas ellas presentes simultáneamente, constituyen un problema verdaderamente complicado.

El beneficio de una adecuada disposición o distribución en planta debe ser no solo económico, debe contemplar también criterios de bienestar, condiciones laborales y la salud de los trabajadores.

Por ello cada organización empresarial debe revisar cuidadosamente la disposición de sus áreas y puestos de trabajo para analizar en qué medida contribuyen estas a deficiencias de sus procesos.

La UEB DIP Guillermo Moncada no está exenta de estas posibilidades. En los momentos actuales la misma acomete un grupo de proyectos, los que con frecuencia se realizan contra el tiempo, teniendo en cuenta las entregas demoradas de los recursos materiales para la ejecución del proceso, acrecentando esta problemática la distribución en planta existente que no facilita la organización del trabajo y el desenvolvimiento adecuado del proceso de producción.

Con la actual distribución en planta se manifiestan inconformidades que afectan el desarrollo y organización del trabajo tales como:

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

- Limitaciones de espacio por amontonamiento de equipos a rehabilitar y materiales que reducen la libertad de movimiento de materiales y hombres.
- Los equipos rehabilitados (listos para embarque) no tienen definidas las áreas de almacenamientos en el proceso.
- Exceso de tiempo empleado en el traslado de materiales entre puestos de trabajo.
- Desplazamientos continuos de materiales a distancias considerables.
- Existen maquinas herramientas ociosas instaladas en áreas del taller de maquinado que limitan la operatividad del mismo.

Ante esta situación problemática en este trabajo se define el problema investigar como: la distribución en planta actual de la UEB DIP Guillermo Moncada no garantiza la organización y el funcionamiento adecuado del trabajo y la producción en la ejecución de los proyectos previstos, de manera que contribuya al alcance de los objetivos trazados.

La hipótesis del trabajo se plantea como: la distribución en planta propuesta permite la adecuada organización y funcionamiento en la ejecución de los proyectos previstos de la UEB DIP Guillermo Moncada, lo que contribuye a disminuir la duración del tiempo de ejecución y garantiza que se alcancen los objetivos propuestos.

El objetivo general a alcanzar es: Proponer una mejora en la distribución en planta que garantice disminuir los movimientos innecesarios del material, para facilitar la organización del trabajo y de la producción:

Los objetivos específicos responden a:

1. Argumentar teóricamente las tendencias fundamentales en la distribución en planta, que se adecuen a las características del objeto de estudio.
2. Caracterizar la UEB DIP Guillermo Moncada y evaluar la incidencia de la distribución en planta actual en la organización y funcionamiento del trabajo y la producción.
3. Proponer la mejora de la distribución espacial.

La tesis estará estructurada en tres capítulos como siguen y que responden a los objetivos trazados:

Capítulo I: Se trataran los aspectos teóricos de la distribución en planta, así como algunas tendencias actuales hacia la búsqueda de nuevos métodos de solución.

Capítulo II: Se hace referencia a aspectos sobre la caracterización de la UEB DIP y se diagnostica la situación actual de la distribución en planta.

Capítulo III: Se proponen los cambios a la distribución en planta existente y se cuantifican los gastos a tanto en distancia como en tiempo. Se aborda además cuánto representará en

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

gastos de materiales, fuerza de trabajo, entre otros, para la empresa llevar a cabo la nueva propuesta.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA SOBRE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.

En el mundo de competencia actual, sobre todo en el de la industria deben analizarse todos los posibles caminos para maximizar la eficacia y la rentabilidad o minimizar los costos de explotación.

Para lograr estas metas no cabe duda que uno de los factores incidentes que menos se le presta atención en las empresas es a la distribución física de las empresas sean de producción o de servicio.

Por lo general, la mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de inicio, sin embargo, a medida que la organización crece y/o ha de adaptarse a los cambios internos y externos, la distribución inicial se vuelve menos adecuada, hasta llegar el momento en el que la redistribución se hace necesaria. Así pues, para planear o mejorar una adecuada distribución en planta ha de tenerse presente cuáles son los objetivos estratégicos y tácticos que la misma ha de sustentar, así como los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos, incluyendo desde las áreas de producción o servicio hasta las de oficinas o servicios.

1.1 Origen de las Distribuciones en Planta.

Históricamente las primeras distribuciones en la antigüedad eran llevadas a cabo por el arquitecto que diseñaba el edificio o por el trabajador que acondicionaba su propio puesto de trabajo. Los documentos históricos encontrados muestran áreas de trabajo organizadas para un servicio específico, pero no reflejan la aplicación de principios básicos asociados a la distribución espacial.

No es hasta el advenimiento de la revolución industrial que la disposición espacial de las plantas de producción toman importancia como objetivo económico para los dueños de las empresas y es así que con el paso del tiempo y la especialización del trabajo se empezaron a crear grupos de especialistas para estudiar los problemas de distribución en planta. De esta manera comenzaron a regir principios y se documentaron técnicas que hoy en día sirven de base para planear distribuciones eficientes y que han hecho de esta disciplina una de las más importantes en los procesos productivos (Maynard, 1985)

Muchos autores refieren que cuando se trata del problema de la ordenación de los diversos equipos, materiales y personal, la distribución en planta no solo constituye una ciencia, sino más bien un arte en el que la pericia y la experiencia juegan un papel fundamental. (Colectivo de autores, 2007)

Muchos son los síntomas que ayudan a identificar los problemas de la distribución en planta como muestra el gráfico 1.1. Su eliminación depende según Muther de la mejora de la distribución en planta, siendo esta uno de los factores que contribuye a obtener eficiencia y en algunos casos, la supervivencia de una empresa. (Muther, 1981)



Gráfico1. 1. Síntomas de problemas de una distribución en planta.

Fuente: Elaboración propia

La distribución en planta es un campo estudiado desde dos enfoques, el primero teniendo en cuenta elementos de la arquitectura industrial, el cual es defendido por los arquitectos y el segundo la ordenación de los elementos del proceso de producción de una empresa, defendido por los ingenieros industriales. (Del Río Cidoncha, M.G, 2008)

Así pues, es absolutamente justificable la necesidad de un estudio detallado de las necesidades de la planta. A partir de estos estudios debe obtenerse una distribución a largo plazo que traté de evitar modificaciones o redistribuciones que representan importantes costos, no sólo económicos sino también temporales, o bien, distribuciones fácilmente adaptables a las variaciones en la demanda del producto fabricado, o de los procesos productivos. Según Muther deben analizarse desde una perspectiva temporal, que garantice la adaptabilidad a nuevas situaciones. (Muther, 1981)

La revisión bibliográfica sobre el tema de Distribución en Planta ofrece diferentes definiciones tratadas por diferentes autores. Con posterioridad a los conceptos dados por

estos autores surgen otros que según Diego Mass, la definen como ciencia o arte, considerando además, todas esas definiciones se llega al concepto que adopta este trabajo: "La distribución en planta consiste en resolver el problema de situar todos los componentes físicos que intervienen en un proceso de fabricación y/o de servicio de modo que su comportamiento sea óptimo desde el mayor número de puntos de vista posibles, siendo un problema que en todas las plantas industriales se ha de resolver". (Diego Mas, 2006)

1.2. Necesidad de realización de proyectos o estudios de localización y distribución en planta.

En la vida real se pueden dar varias situaciones que llevan a una organización a entenderse y orientarse a estudios de distribución en planta.

- Proyecto de una Planta Completamente Nueva: En este tipo de proyecto se diseñará el edificio de la empresa desde el principio. Este caso de distribución en planta se suele dar cuando se inicia un nuevo tipo de producción o la fabricación de un nuevo producto o cuando la empresa se expansiona y traslada a una nueva área.
- Expansión o Traslado a una Planta ya Existente: En este caso, los edificios y servicios ya están allí limitando la distribución. El problema principal consiste en adaptar el producto, los elementos y el personal de una organización ya existente en una planta distinta que también ya existe.
- Reordenación de una distribución ya existente. Esta distribución es la más frecuente, sobre todo en cambios de diseño del producto y en la modernización del equipo de producción. Aquí también existe una limitación dada por las dimensiones del edificio y su forma.
- Ajustes menores en una distribución ya existente. Se presenta cuando varían las condiciones de la operación, esta también es una buena oportunidad para introducir mejoras con mínimo de costos. Aplicándose gastos menores para adaptarse a las variaciones de la demanda.

Al crear y poner en funcionamiento una unidad de producción, se determina en primer lugar: qué, cuánto, cómo y con qué producir, definiéndose una serie de factores a coordinar. La distribución en planta facilita dicha coordinación pues pretende ordenar de la forma más satisfactoria, los elementos y equipos disponibles, pudiendo estar fijado o no el espacio total donde se realizará la ubicación. En general se comienza distribuyendo unidades globales o departamentos, para posteriormente ordenar cada uno de ellos. La fase de detalle permite detectar inconvenientes no percibidos anteriormente, lo cual puede provocar cambios en la distribución primitiva. Las razones más comunes que ocasionan una redistribución de algo

que ya está en funcionamiento pueden proceder de cambios en el volumen de producción, en la tecnología, en el producto, etc., o simplemente por haber sido observadas determinadas deficiencias en la distribución actual. Esta retroalimentación por la que se remodelan distribuciones anteriores, puede tener lugar no solo en la fase de estudio, sino incluso después de la implantación.

1.3. Objetivos de una buena distribución en planta.

Una distribución en planta adecuada proporciona beneficios a la empresa que se traducen en un aumento de la eficiencia y por lo tanto de la competitividad. Así con la introducción de conceptos de fabricación recientes, como los sistemas de fabricación flexibles (FMS), la fabricación integrada por ordenador (CIM), o los sistemas de suministro de material Just-In-Time (JIT). Sea cual sea el sistema productivo, una correcta distribución en planta permite reducir los requerimientos de espacio y los desplazamientos de material, disminuye el volumen de trabajo en proceso y mejora el control de materiales y producto acabado. (Diego-Mas, 2006)

Moore define la distribución en planta óptima, como aquella que proporciona la máxima satisfacción a todas las partes que se ven involucradas en el proceso de implantación establece siete objetivos básicos a cumplir por la distribución en planta: (Diego-Mas, 2006)

- simplificar al máximo el proceso productivo;
- minimizar los costes de manejo de materiales;
- tratar de disminuir la cantidad de trabajo en curso;
- aprovechar el espacio de la manera más efectiva posible;
- aumentar la satisfacción del operario y procurar la seguridad en el trabajo;
- evitar inversiones de capital innecesarias,
- aumentar el rendimiento de los operarios estimulándolos convenientemente.

Por su parte, Muther, define el objetivo perseguido como: lograr la mejor ordenación desde el punto de vista económico, de las áreas de trabajo y del equipo, siendo ésta además segura y satisfactoria para los trabajadores. Para este autor una buena distribución debe traducirse necesariamente en una disminución de los costos de fabricación. (Muther, 1981)

Autores más recientes proporcionan listas de objetivos similares a los ya expuestos, haciendo especial hincapié en la minimización de los costos de operación y de manutención, de los riesgos y las molestias; en aumentar el uso efectivo del espacio, la flexibilidad de la organización y el cumplimiento de las diferentes normativas; en proporcionar a los

empleados comodidad seguridad y confort; en facilitar el flujo de operaciones, la organización y la toma de decisiones; y sobre todo, en la necesidad de la flexibilidad de la distribución.

Así pues, para llevar a cabo una adecuada distribución en planta ha de tenerse presente cuales son los objetivos estratégicos y tácticos que aquella habrá de apoyar, así como los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos, como: necesidad de espacio/economía en centros comerciales, accesibilidad/privacidad en áreas de oficina.

El proceso parte de forma global manejando unidades agregadas o departamentos, y haciendo posteriormente la distribución interna de cada uno de ellos. Por lo general, la mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partidas, sin embargo, a medida que la organización crece y se adapta a los cambios internos y externos, la distribución inicial se vuelve menos adecuada, hasta llegar al momento en que la redistribución se hace necesaria. Los motivos que justifican a esta última se deben con frecuencia a tres tipos básicos de cambio:

- En el volumen de producción, que puede requerir mayor aprovechamiento del espacio
- En la tecnología de los procesos, que pueden motivar un cambio en el recorrido de materiales y hombres, así como la disposición relativa de equipos e instalaciones.
- En el producto, que pueda necesitar modificaciones similares a las requeridas por un cambio en la tecnología.

La frecuencia de la redistribución dependerá de las exigencias del propio proceso en este sentido. En ocasiones, esto se hace periódicamente, aunque se limite a la realización de ajustes menores de la distribución instalada; otras veces las redistribuciones son continuas, pues están previstas como situación normal y se llevan a cabo casi ininterrumpidamente; pero también se da el caso en que las redistribuciones no tienen una periodicidad completa debido a algunas de las razones expuestas anteriormente o bien porque la existente se considera una mala distribución.

1.4. Principios a tener en cuenta en una distribución en planta.

Existen principios que debe cumplir una distribución en planta según diversos autores. Según Muther estos objetivos pueden resumirse y plantearse en forma de *principios*, sirviendo de base para establecer una metodología que permita abordar el problema de la distribución en planta de forma ordenada y sistemática. (Muther, 1981)

- Principio de la integración de conjunto: “la mejor distribución es la que integra a los

operarios, los materiales, la maquinaria, las actividades, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes”.

- Principio de la mínima distancia recorrida: “en igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones será la más corta”.
- Principio de la circulación o flujo de materiales: “en igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se tratan, elaboran, o montan los materiales”.
- Principio del espacio cúbico: “la economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal”.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad (confort): en igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los operarios, los materiales y la maquinaria”.
- Principio de la flexibilidad en igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes”.

Estos principios constituyen bases pueden servir de base para determinar los objetivos a cumplir durante la definición de la distribución en planta, y para medir el grado en que se ha logrado alcanzar dichos objetivos. No obstante, esta enumeración de principios fue realizada en 1981, y la introducción de nuevos conceptos en los procesos de fabricación provoca que algunos de ellos hayan quedado desfasados.

1.5 Clasificación de la distribución en planta

La producción es el resultado de la acción combinada y coordinada de un conjunto de hombres que empleando maquinaria actúa sobre los materiales, modificando su forma, transformando sus características o combinándolos de diferentes maneras para convertirlos en un producto. El movimiento en los medios directos de producción es imprescindible para el desarrollo del proceso productivo. En algunos casos son los operarios los que se trasladarán a los puntos donde se realizan las diferentes operaciones; en otros casos es el material o incluso la maquinaria la que se desplaza. (Diego Mas, 2006).

Considerando como criterio exclusivamente al tipo de movimiento de los medios directos de producción, existen tres tipos clásicos de distribución en planta:

- Distribución por posición fija.
- Distribución en cadena, en serie, en línea o por producto.
- Distribución por proceso, por función o por secciones.

Además del tipo de movimiento de los diferentes medios de producción, otro factor que puede afectar determinantemente al tipo de distribución adoptada es la clase de operación de producción que se realiza en la actividad industrial. Las tres clases de operaciones de producción fundamentales son:

- Elaboración o fabricación: las operaciones van encaminadas a cambiar la forma del material inicial para obtener el producto final (inyección de plásticos, embutición de metales).
- Tratamiento: para obtener el producto final las operaciones transforman las características del material de partida (transformación del acero, fabricación de graza de plástico).
- Montaje: para obtener el producto final las operaciones unen unas piezas a otras, materiales sobre las piezas o sobre un material inicial o base (elaboración de calzado o montaje de automóviles).

Desde el punto de vista de su influencia sobre la determinación de la distribución en planta más adecuada para cada caso, las operaciones de elaboración y tratamiento pueden considerarse como una única actividad dada su similitud, así pues, los tres tipos clásicos de distribución en planta combinados con los dos modos de operación de producción, dan lugar a seis tipos de distribución en planta básicos.

Por otra parte, considerando que existen tipologías clásicas de distribución difícilmente compatibles con determinadas operaciones, el número de posibles tipologías de distribución disminuye. No es corriente que las operaciones de montaje adopten distribuciones por proceso, dado que la maquinaria para este tipo de operación suele ser ligera y de fácil desplazamiento. Sin embargo, las operaciones de elaboración y tratamiento no suelen emplear distribuciones en posición fija, puesto que la maquinaria suele desempeñar un papel importante en este proceso y no suele ser fácil moverla. De esta manera se reducen a cuatro las tipologías básicas de distribución en planta.

1.5.1 Distribución por posición fija

La 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. Cada una de los tipos

de distribución en planta tiene ventajas y desventajas. Ver tabla 1.1

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda
<ul style="list-style-type: none"> • Poca manipulación de la unidad principal de montaje. • Alta flexibilidad para adaptarse a variantes de un producto e incluso a una diversidad de productos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de espacio. • Movimiento de las piezas hasta el emplazamiento principal de montaje. • Dificultad para utilizar equipos difíciles de mover. 	<ul style="list-style-type: none"> • El costo de mover la pieza principal es elevado. • El número de unidades a producir es bajo. • Las operaciones requieren principalmente trabajo manual o herramientas o maquinaria ligera.

Tabla 1.1. Ventajas y desventajas de la distribución por posición fija

1.5.2 Distribución por procesos, por funciones, por secciones o por talleres.

Este tipo de distribución se escoge habitualmente cuando la producción se organiza por lotes. En esta distribución las operaciones de un mismo proceso o tipo de proceso están agrupadas en una misma área junto con los operarios que las desempeñan. Esta agrupación da lugar a “talleres” en los que se realiza determinado tipo de operaciones sobre los materiales, que van recorriendo los diferentes talleres en función de la secuencia de operaciones necesaria. La secuencia requerida por cada tipo de producto fabricado suele ser diferente, por lo que un número elevado de productos distintos crea una gran diversidad de flujos de materiales entre talleres. Sus ventajas y desventajas verlas en tabla 1.2

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor utilización de los equipos y por tanto menor inversión. • Flexibilidad para los cambios en los productos y en la demanda. • Mayor fiabilidad. • Posibilidad de individualizar rendimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de materiales costoso. • Alto stock de materiales en curso de elaboración. • Programación compleja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variedad de productos y demanda baja o intermitente de cada uno de ellos. • Maquinaria cara o difícil de trasladar.

Tabla 1.2. Ventajas y desventajas de la distribución por procesos.

1.5.3 Distribución por producto, en cadena o en serie.

Cuando toda la maquinaria y equipos necesarios para la fabricación de un determinado producto se agrupan en una misma zona, siguiendo la secuencia de las operaciones que deben realizarse sobre el material, se adopta una distribución por producto. El producto recorre la línea de producción de una estación a otra siendo sometido a las operaciones necesarias. Este tipo de distribución es la adecuada para la fabricación de grandes cantidades de productos muy normalizados. Este sistema permite reducir tiempos de fabricación, minimizar el trabajo en curso y el manejo de materiales. Sus ventajas y desventajas verlas en tabla 1.3

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda
<ul style="list-style-type: none"> • Mínima manipulación de materiales. • Reducción del tiempo entre el inicio del proceso y la obtención del producto acabado. • Menos material en curso. • Mano de obra más fácil de entrenar y de sustituir. • Programación y control sencillos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor inversión. • Rigidez. • Diseño y puesta a punto más complejos. • El ritmo de producción lo marca la máquina más lenta. • Una avería puede interrumpir todo el proceso. • Tiempos muertos en algunos puestos de trabajo. • El aumento del rendimiento individual no repercute en el rendimiento global. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto volumen de producción de unidades idénticas o bastante parecidas. • Demanda estable.

Tabla 1.3. Ventajas y desventajas de la distribución por producto.

1.5.4 Células de trabajo o células de fabricación flexible.

Este sistema propone la creación de unidades productivas capaces de funcionar con cierta independencia denominadas *células de fabricación flexibles*. Dichas células son agrupaciones de máquinas y trabajadores que realizan una sucesión de operaciones sobre un determinado producto o grupo de productos. Las salidas de las células pueden ser productos finales o componentes que deben integrarse en el producto final o en otros componentes. En este último caso, las células pueden disponerse junto a la línea principal de ensamblaje, facilitando la inclusión del componente en el proceso en el momento y lugar

oportunos. La distribución interna de células de fabricación puede realizarse a su vez por proceso, por producto o como mezcla de ambas, aunque lo más frecuente es la distribución por producto. Sus ventajas y desventajas verlas en tabla 1.4

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de las relaciones humanas (en las células un equipo de trabajadores completa una unidad de trabajo. Estos son entrenados para manejar cualquiera de las maquinarias de su célula y asumen de forma conjunta la responsabilidad de los resultados de los <i>outputs</i>). • Mejora de la pericia de los operarios (los trabajadores realizan solo un número limitado de ítems en un ciclo de producción finito. El incremento en la repetitividad permite un aprendizaje más rápido). • Disminución del material en proceso (una misma célula engloba varias etapas del proceso de producción, por lo que el traslado y manejo de materiales a través de la planta se ve reducido). • Disminución de los tiempos de preparación (hay que hacer menos cambios de herramientas puesto que el tipo de ítems a los que se dedican los equipos esta ahora limitado). • Disminución de los tiempos de fabricación. • Simplificación de la planificación. • Se facilita la supervisión y el control visual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del costo y desorganización por el cambio de una distribución de proceso a una celular. • Normalmente, reducción de la flexibilidad del proceso. • Potencial incremento de los tiempos inactivos de las máquinas (estas se encuentran ahora dedicadas a la célula y difícilmente podrán ser utilizadas todo el tiempo). • Riesgo de que las células queden obsoletas a medida que cambian los productos y/o los procesos.

Tabla 1.4. Ventajas y desventajas de la distribución por células de trabajo

1.6. Factores que intervienen en la distribución espacial de una instalación.

Al diseñar una distribución en planta, es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones. La influencia e importancia relativa de

los mismos puede variar con cada organización y situación concreta en cualquier caso la solución adoptada para la distribución en planta debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas. De manera que Muther propuso ocho factores incidentes en la distribución en planta. A continuación se relacionan a continuación:

- *El material*

Dado que el objetivo fundamental del subsistema de operaciones es la obtención de los bienes y servicios que requiere el mercado, la distribución de los factores productivos dependerá necesariamente de las características de aquellos y de los materiales sobre los que haya que trabajar. A este respecto los principales factores a considerar son el tamaño, la forma, el volumen, el peso y las características físicas y químicas de los mismos, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento. La eficiencia y eficacia de una distribución en planta dependerá en gran medida de la facilidad que aporta en el movimiento de los distintos productos y materiales con los que trabaja.

Es importante al analizar y mejorar cualquier distribución en planta lograr una combinación del movimiento del material y de actividades relacionadas con él, tales como el almacenamiento en proceso y las esperas de una u otra clase.(Maynard,. 1985).

También Apple, propone que puede ser que la mayor calificación de cualquier distribución en planta se produzca en función de su capacidad para eliminar o reducir las operaciones de movimiento de material. Por el mismo razonamiento, es solamente por medio de un análisis efectivo de distribución en planta que muchas operaciones pueden ser eliminadas o mejoradas. (Apple, 1991)

- *La maquinaria.*

Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información respecto a los procesos a emplear, a la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como la utilización y requerimientos de los mismos. La importancia de los procesos radica en que estos determinan directamente los equipos y máquinas a utilizar y ordenar. El estudio y mejora de métodos queda tan estrechamente ligado a la distribución en planta que, en ocasiones, es difícil discernir cuales de las mejoras conseguidas en una redistribución se deben a esta y cuales a la mejora del método de trabajo ligado a la misma e incluso hay veces en que la mejora en el método se limitará a una redistribución de los elementos implicados.

- *La mano de obra.*

La mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, incluyendo no solo directa sino la indirecta como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los obreros, la iluminación, ventilación, temperatura, ruidos, etc. De igual forma, habrá de estudiarse la calificación y flexibilidad del personal requerido, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que habrán de ejecutar y está presente la estrecha relación de la distribución en planta con el diseño del trabajo, siendo bien claro la importancia del estudio de movimientos para una buena distribución de los puestos de trabajo.

También son claras las interconexiones que se establecen con el Subsistema de Recursos Humanos, pues hay que tener en cuenta los aspectos psicológicos y personales de los trabajadores, la incidencia en la motivación de las distintas distribuciones (especialmente las asociadas a los trabajos monótonos) y que la distribución ha de acoplarse a la organización de la empresa.

- *El movimiento.*

En relación con este factor hay que tener presente que las manipulaciones no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que intentar que sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se persigue la eliminación de los manejos innecesarios y antieconómicos. Es importante, por tanto, tener siempre presente el hecho de que la distribución del equipo determina la cantidad de movimiento a realizar con los materiales.

Maynard propone algunas consideraciones a tener en cuenta en el movimiento de los materiales al planificar una instalación.(Maynard, 1985)

- Es imposible procesar materiales sin operaciones de manipulación, sin embargo los estudios revelan que una gran parte del movimiento es innecesario, el número de cargas, descargas y transporte que padecen muchos materiales es desproporcionado al tiempo real del proceso .Hay movimientos que pueden ser eliminados, simplificados mecanizados o automatizados.
- Durante muchos años las distribuciones en planta fueron proyectadas atendiendo a las necesidades del proceso, pero con poca o nula atención al recorrido del material.
- Al diseñar la distribución en planta de los equipos se debe tener en cuenta: prever pasillos lo suficientemente anchos para permitir el paso de los diferentes tipos de material.
- No dejar nunca materiales directamente sobre el suelo, a menos que sea absolutamente necesario.

- Planificar las primeras operaciones tan cerca del punto de recepción como sea posible.
- Planificar las operaciones de embalaje como parte integrante del proceso.
- Usar almacenamientos al aire libre cuando los materiales lo permitan

La ecuación del movimiento de los materiales que muestra la figura 1.2 puede ser útil para interrelacionar los principales factores que intervienen en el análisis de un problema de manipulación donde la distribución en planta es un elemento decisivo.

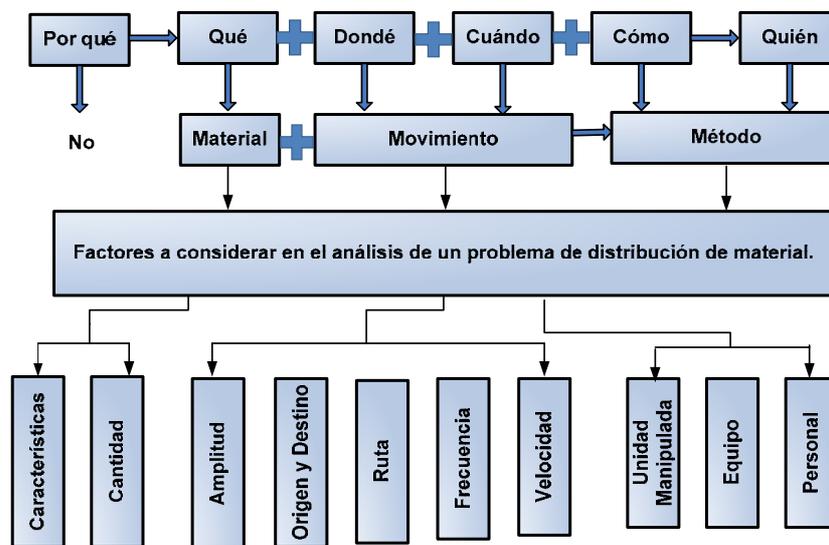


Figura 1.2. Ecuación del movimiento de materiales. Fuente: Elaboración propia.

Por último habrán de tenerse en cuenta la frecuencia y el orden en el que se han de efectuar las operaciones, puesto que esto dictará la ordenación de las áreas de trabajo y los equipos, así como la disposición relativa de unos departamentos con otros, debiéndose prestar también especial atención, como ya se ha apuntado, a la variedad y cantidad de los ítems a producir.

Los principios de manipulación de materiales, son una guía para reaccionar acerca de los materiales en movimiento sobre todo. De ellos están relacionados con la distribución en planta los relativos

- Principio de la planificación. Todas las actividades de movimiento de materiales deberán ser planificadas.
- Principio de la simplificación. Reducir o eliminar los movimientos y equipos innecesarios.

a) Relativos al equipo.

- Principio de la mecanización-automatización. Siempre que sea posible utilizar los equipos de movimientos de materiales mecanizados o automatizados.
- Principio de la flexibilidad. Usar métodos y equipos que puedan realizar la mayor variedad de tareas y aplicaciones.
- Principio del movimiento. Mantener en movimiento el equipo diseñado para el transporte de materiales.

b) Relativos a las operaciones.

- Principio de capacidad. Usar equipos de manipulación para ayudar a alcanzar la capacidad total de la producción.
- Principio de la eficiencia. Determinar la eficiencia del movimiento de materiales en función de los gastos por unidad manipulada.
- *Las esperas:*

Uno de los objetivos que se persiguen al estudiar la distribución en planta es conseguir que la distribución de materiales sea fluida a lo largo de la misma, evitando así el costo que suponen las esperas y demoras que tienen lugar cuando dicha circulación se detiene. Es necesario que sean considerados los espacios necesarios para los materiales en espera.

En la distribución en planta deberá determinarse la situación de los puntos de espera, que estarán apartados o inmediatos al de flujo, o bien dentro de un circuito de flujo ampliado o alargado.

El espacio requerido dependerá fundamentalmente de la cantidad de material y de los métodos de almacenamiento, así como del método de inventario.

- *Los servicios auxiliares:*

Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos pueden estar el área de inspección, y los relativos a la maquinaria por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares. Estos servicios aparecen ligados a todos los factores que forman parte de la distribución, estimándose que aproximadamente un tercio de cada planta o departamento suele estar dedicado a los mismos.

Con gran frecuencia el espacio dedicado a labores no productivas es considerado un gasto innecesario, aunque los servicios de apoyo sean esenciales para la buena ejecución de la actividad principal. Por ello es especialmente importante que el espacio ocupado por dichos servicios asegure su eficiencia y que los costos indirectos que suponen queden minimizados.

- *El edificio.*

La consideración del edificio es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución en planta, pero la influencia del mismo será determinante si este ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, su disposición espacial y demás características se presenta como una limitación a la propia distribución del resto de los factores, lo que no ocurre cuando el edificio es de nueva construcción pues, en tal caso, es este el que se proyecta de forma que se adapte a las necesidades de la distribución, la cual podrá plantearse en un principio con mucha mayor libertad.

- *Los cambios.*

Asimismo, es fundamental tener en cuenta las posibles ampliaciones futuras de la distribución y sus distintos elementos, considerando además los cambios externos que pudieran afectarla y la necesidad de conseguir que durante la redistribución sea posible seguir realizando el proceso productivo.

1.7. Métodos para mejorar una distribución en planta en sistemas industriales.

El estudio de metodologías para el diseño de distribuciones en planta en instalaciones industriales, se produjo fundamentalmente en la década de los años 50, y entre sus autores se destacan Immer, 1950, Buffa, 1955. (Diego Mas, 2006.) Los métodos de generación de Layout, no solo persiguen la enumeración exhaustiva de todas las soluciones acorde con los requerimientos, sino que cumplen una labor de filtro inicial de los mismos, muchos son los métodos propuestos y solo la enumeración de los mismos abarcaría el contenido de una tesis, por esto solo se va a mencionar un reducido número de los más utilizados:

- 1 Planeación sistemática de la distribución en planta (SLP).
- 2 Método lineal de ordenamiento (Método Húngaro)
- 3 Método triangular.
- 4 Método de los momentos de carga
- 5 Método de los eslabones
- 6 Método relacional basado en la teoría de redes.

Uno de los objetivos que persigue la distribución en planta es la flexibilidad. Es por tanto ineludible la necesidad de prever las variaciones futuras para evitar que los posibles cambios en los restantes factores que se han enumerado lleguen a transformar una distribución en planta eficiente en otra anticuada que merme beneficios potenciales. Para ello habrá que comenzar por la identificación de los posibles cambios y su magnitud, buscando una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas

En el año 1961, Richard Muther presenta "Systematic Layout Planning", o método SLP, que incorpora el flujo de materiales, y es común para el diseño de todo tipo de Distribución en planta independiente de su naturaleza, plantas industriales, hospitales, oficinas, locales comerciales etc. La amplia aceptación de este procedimiento y la extensión que los tres modelos de distribuciones básicas en planta han tenido, han sido la causa que no haya habido posteriores investigaciones de relieve en este contexto.

Este no es un indicativo de que el problema de la distribución en planta haya perdido interés en el ámbito de la ingeniería, sino todo lo contrario, alcanzado un acuerdo prácticamente unánime, sobre la metodología a utilizar, los numerosísimos estudios posteriores, han centrado en los dos pasos fundamentales del procedimiento: la generación y síntesis de alternativas, a través de los métodos de generación de layout, y la evaluación y selección de las mismas, por medio del estudio de técnicas para la optimización de las soluciones.

Los métodos precedentes al SLP son simples e incompletos y los desarrollados con posterioridad son en muchos casos variantes de éste, más o menos ampliadas, siendo el método de Muther el más difundido entre la bibliografía consultada. De tal forma, es posible afirmar que el SLP ha sentado precedentes y ha marcado un antes y un después en el diseño de instalaciones de producción y servicios como área del conocimiento de la investigación de operaciones. (Del Río Cidoncha, 2003)

1.7.1. Método de planeación sistemática de la distribución en planta.

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza. Fue desarrollada por Richard Muther en 1961 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. El método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos (Muther, 1968).

Fases de Desarrollo del método SLP

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta (ver Figura 1.2), que además pueden superponerse uno con el otro, son según (Muther, 1981)

Fase I: Localización. Aquí debe decidirse la ubicación de la planta a distribuir. Al tratarse de una planta completamente nueva se buscará una posición geográfica competitiva basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma. En caso de una redistribución el objetivo será determinar si la planta se mantendrá en el emplazamiento actual o si se trasladará hacia un edificio recién adquirido, o hacia un área similar potencialmente disponible.

Fase II: Distribución General del Conjunto. Aquí se establece el patrón de flujo para el área que va a ser distribuida y se indica también el tamaño, la relación, y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle. El resultado de esta fase es un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

Fase III: Plan de Distribución Detallada. Es la preparación en detalle del plan de distribución e incluye la planificación de donde van a ser colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos.

Fase IV: Instalación. Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

Estas fases se producen en secuencia y según el autor del método para obtener los mejores resultados debe solaparse unas con otras.

A continuación se describe de forma general los pasos del procedimiento

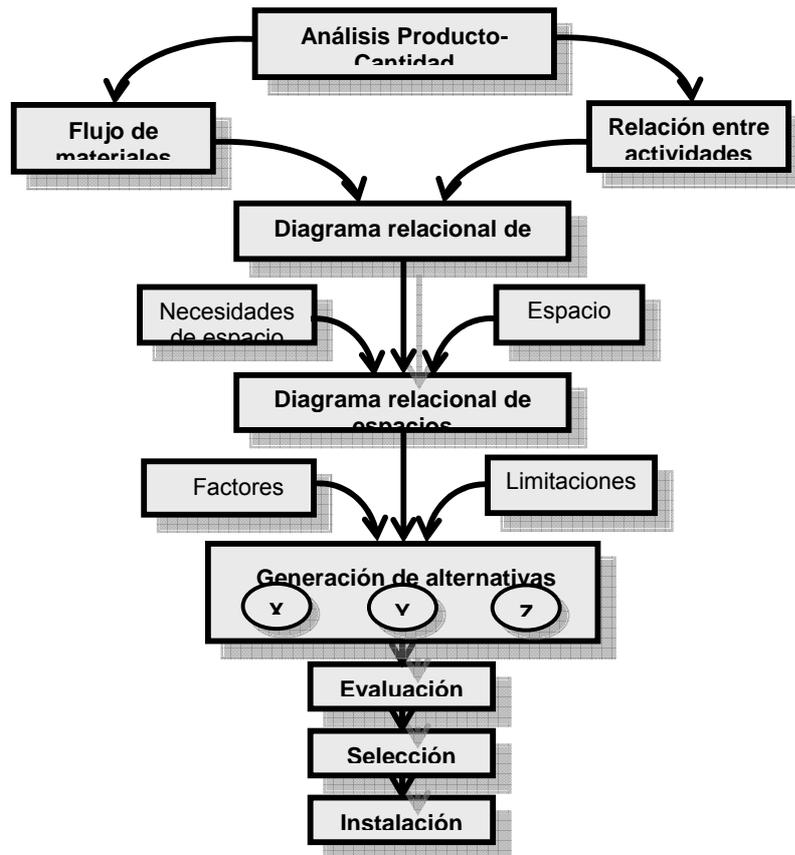


Figura 1.4 Esquema del Systematic Layout Planning. Fuente (Muther, 1968).

Paso 1: Análisis producto-cantidad

Lo primero que se debe conocer para realizar una distribución en planta es qué se va a producir y en qué cantidades, y estas previsiones deben disponer para cierto horizonte temporal. A partir de este análisis es posible determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso objeto de estudio. En cuanto al volumen de información, pueden presentarse situaciones variadas, porque el número de productos puede ir de uno a varios miles. Si la gama de productos es muy amplia, convendrá formar grupos de productos similares, para facilitar el tratamiento de la información, la formulación de previsiones, y compensar que la formulación de previsiones para un solo producto puede ser poco significativa. Posteriormente se organizarán los grupos según su importancia, de acuerdo con las previsiones efectuadas. (Muther, 1981) recomienda la elaboración de un gráfico en el que se representen en abscisas los diferentes productos a elaborar y en ordenadas las cantidades de cada uno. Los productos deben ser representados en la gráfica en orden decreciente de

cantidad producida. En función del gráfico resultante es recomendable la implantación de uno u otro tipo de distribución.

Paso 2: Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)

Se trata en este paso de determinar la secuencia y la cantidad de los movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante su procesado. A partir de la información del proceso productivo y de los volúmenes de producción, se elaboran gráficas y diagramas descriptivos del flujo de materiales.

Tales instrumentos no son exclusivos de los estudios de distribución en planta; son o pueden ser los mismos empleados en los estudios de métodos.

Entre estos se cuenta con:

- Diagrama OTIDA
- Diagrama de acoplamiento.
- Diagrama As-Is
- Cursogramas analíticos.
- Diagrama multiproducto.
- Matrices origen- destino.
- Diagramas de hilos.
- Diagramas de recorrido.

De estos diagramas no se desprende una distribución en planta pero sin dudas proporcionan un punto de partida para su planteamiento. No resulta difícil a partir de ellos establecer puestos de trabajo, líneas de montaje principales y secundarias, áreas de almacenamiento, etc.

Paso 3: Análisis de las relaciones entre actividades.

Conocido el recorrido de los productos, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta. Estas relaciones no se limitan a la circulación de materiales, pudiendo ser ésta irrelevante o incluso inexistente entre determinadas actividades. La no existencia de flujo material entre dos actividades no implica que no puedan existir otro tipo de relaciones que determinen, por ejemplo, la necesidad de proximidad entre ellas; o que las características de determinado proceso requieran una determinada posición en relación a determinado servicio auxiliar. El flujo de materiales es solamente una razón para la proximidad de ciertas operaciones unas con otras.

Entre otros aspectos, el proyectista debe considerar en esta etapa las exigencias constructivas, ambientales, de seguridad e higiene, los sistemas de manipulación

necesarios, el abastecimiento de energía y la evacuación de residuos, la organización de la mano de obra, los sistemas de control del proceso, los sistemas de información, etc.

Esta información resulta de vital importancia para poder integrar los medios auxiliares de producción en la distribución de una manera racional. Para poder representar las relaciones encontradas de una manera lógica y que permita clasificar la intensidad de dichas relaciones, se emplea la tabla relacional de actividades (Figura 1.4), consistente en un diagrama de doble entrada, en el que quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes según los factores de proximidad definidos a tal efecto. Es habitual expresar estas necesidades mediante un código de letras, siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: A (absolutamente necesaria), E (especialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria) y U (no importante); la indeseabilidad se representa por la letra X.

En la práctica, el análisis de recorridos expuesto en el apartado anterior se emplea para relacionar las actividades directamente implicadas en el sistema productivo, mientras que la tabla relacional permite integrar los medios auxiliares de producción.

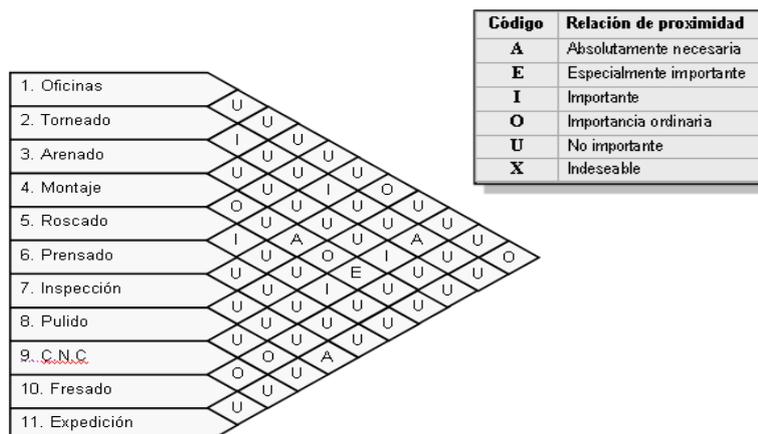


Figura 1.4. Tabla relacional de actividades (Ejemplo de su aplicación en una empresa de la industria sideromecánica).

Paso 4: Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades

La información recogida hasta el momento, referente tanto a las relaciones entre las actividades como a la importancia relativa de la proximidad entre ellas, es recogida en el Diagrama Relacional de Actividades. Éste pretende recoger la ordenación topológica de las actividades en base a la información de la que se dispone. De tal forma, en dicho grafo los departamentos que deben acoger las actividades son adimensionales y no poseen una forma definida.

El diagrama es un grafo en el que las actividades son representadas por nodos unidos por líneas. Estas últimas representan la intensidad de la relación (A,E,I,O,U,X) entre las actividades unidas a partir del código de líneas que se muestra en la Figura 1.5.

A continuación este diagrama se va ajustando a prueba y error, lo cual debe realizarse de manera tal que se minimice el número de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las actividades, o por lo menos entre aquellas que representen una mayor intensidad relacional. De esta forma, se trata de conseguir distribuciones en las que las actividades con mayor flujo de materiales estén lo más próximas posible (cumpliendo el principio de la mínima distancia recorrida, y en las que la secuencia de las actividades sea similar a aquella con la que se tratan, elaboran o montan los materiales (principio de la circulación o flujo de materiales).

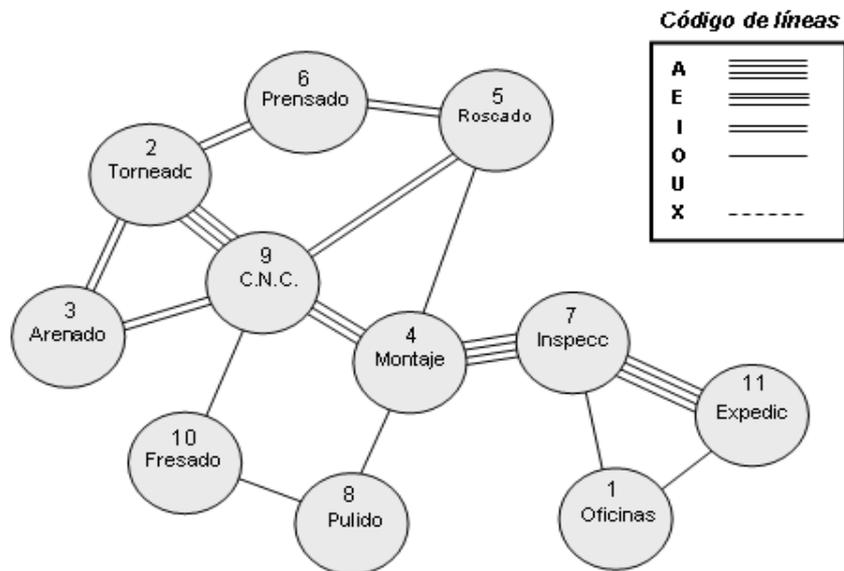


Figura 1.5 Diagrama relacional de actividades. (Ejemplo de su aplicación en una empresa sideromecanica).

Paso 5: Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios

El siguiente paso hacia la obtención de alternativas factibles de distribución es la introducción en el proceso de diseño, de información referida al área requerida por cada actividad para su normal desempeño. El planificador debe hacer una previsión, tanto de la cantidad de superficie, como de la forma del área destinada a cada actividad.

Según Diego Más, no existe un procedimiento general ideal para el cálculo de las necesidades de espacio. El proyectista debe emplear el método más adecuado al nivel de

detalle con el que se está trabajando, a la cantidad y exactitud de la información que se posee y a su propia experiencia previa. El espacio requerido por una actividad no depende únicamente de factores inherentes a sí misma, si no que puede verse condicionado por las características del proceso productivo global, de la gestión de dicho proceso o del mercado. Por ejemplo, el volumen de producción estimado, la variabilidad de la demanda o el tipo de gestión de almacenes previsto pueden afectar al área necesaria para el desarrollo de una actividad. En cualquier caso, según dicho autor, hay que considerar que los resultados obtenidos son siempre previsiones, con base más o menos sólida, pero en general con cierto margen de error. (Diego Más, 2006)

El ajuste de las necesidades y disponibilidades de espacio suele ser un proceso iterativo de continuos acuerdos, correcciones y reajustes, que desemboca finalmente en una solución que se representa en el llamado Diagrama Relacional de Espacios.

Paso 6: Desarrollo del Diagrama Relacional de Espacios

El Diagrama Relacional de Espacios es similar al Diagrama Relacional de Actividades presentado previamente, con la particularidad de que en este caso los símbolos distintivos de cada actividad son representados a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad (Figura 1.6).

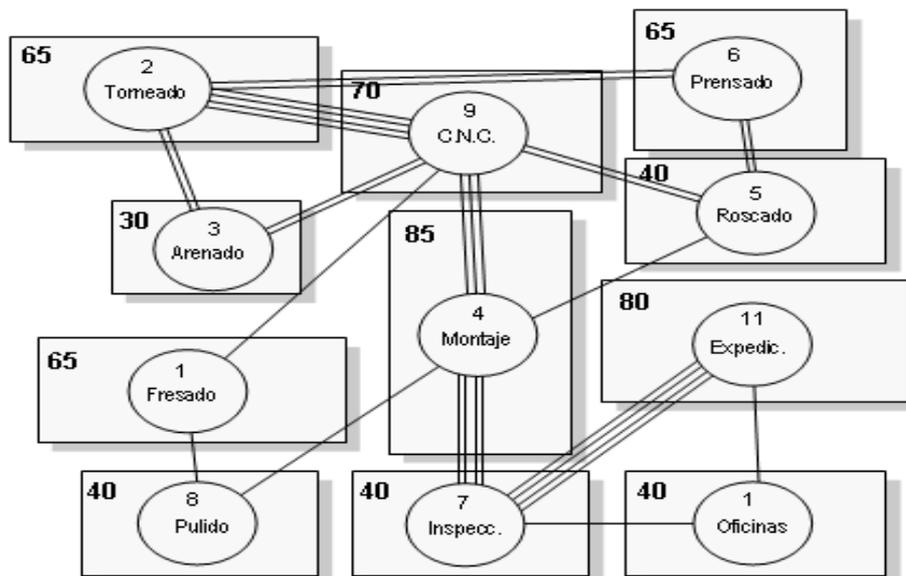


Figura 1.6 Diagrama relacional de espacios con indicación del área requerida por cada actividad. (Ejemplo de su aplicación en una empresa de la industria sideromecánica).

En estos símbolos es frecuente añadir, además, otro tipo de información referente a la actividad como, por ejemplo, el número de equipos o la planta en la que debe situarse. Con

la información incluida en este diagrama se está en disposición de construir un conjunto de distribuciones alternativas que den solución al problema. Se trata pues de transformar el diagrama ideal en una serie de distribuciones reales, considerando todos los factores condicionantes y limitaciones prácticas que afectan al problema.

Entre estos elementos se pueden citar características constructivas de los edificios, orientación de los mismos, usos del suelo en las áreas colindantes a la que es objeto de estudio, equipos de manipulación de materiales, disponibilidad insuficiente de recursos financieros, vigilancia, seguridad del personal y los equipos, turnos de trabajo con una distribución que necesite instalaciones extras para su implantación.

A pesar de la aplicación de las más novedosas técnicas de distribución, la solución final requiere normalmente de ajustes imprescindibles basados en el sentido común y en el juicio del distribuidor, de acuerdo a las características específicas del proceso productivo o servicio 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. De tal forma, sigue siendo un procedimiento ampliamente utilizado la realización de maquetas de la planta y los equipos bi o tridimensionales, de forma que estos puedan ir colocándose de distintas formas en aquella hasta obtener una distribución aceptable. (Muther, 1981) aconseja de dos a cinco; Como se indica en la figura 1.2 el *Systematic Layout Planning* (SLP) finaliza con la implantación de la mejor alternativa tras un proceso de evaluación y selección. El planificador puede optar por diversas formas de generación de *layouts* (desde las meramente manuales hasta las más complejas técnicas metaheurísticas), y de evaluación de los mismos.

1.7.1.2. Métricas de distancia y forma.

Un elemento es importante abordar antes de resolver cualquier técnica de las abordadas y es la necesidad de determinar la forma en que determinará la distancia entre las áreas, así como la forma de cada área.

Métricas de distancia.

En algunos planteamientos de distribuciones en planta las funciones evaluadoras miden únicamente la adyacencia entre actividades; es decir, que las actividades que así lo requieran posean una frontera común, aunque lo más habitual es medir si la disposición de las actividades es adecuada en base a la distancia a las que han sido ubicadas.

Aunque hay otras posibilidades, las métricas más frecuentemente empleadas miden la distancia entre los centroides de las áreas asignadas a las actividades. Ésta es una

simplificación debida a que la localización de los puntos de recepción y expedición de materiales en cada actividad, son desconocidas hasta que no se determine la distribución detallada y escogida los sistemas de transporte de materiales. Así pues, el centroide representa en estos modelos tanto el punto de recepción como el de expedición del flujo de materiales interdepartamental.

A partir de análisis teniendo en cuenta que la distancia n-dimensional entre dos actividades i y j se determina de la forma:

$$d_{ij}(p) = p \sqrt[p]{\sum_{k=i}^n |x_{ij} - x_{kj}|^p}$$

haciendo variar p se obtienen diferentes métricas:

- Euclídea
- Euclídea cuadrática
- Contorno lateral
- Camino más corto
- Adyacencia

Esta última es la métrica más sencilla que únicamente distingue si las actividades comparten algunos de sus lados. Es estimada con criterios cualitativos que estiman la conveniencia o no de que dos actividades sean adyacentes.

Medición de la forma

El establecimiento de restricciones de tipo geométrico a las actividades en los problemas multiárea requiere definir maneras de evaluar la calidad de las formas de los departamentos a que son asignadas.

Paso 7: Evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y selección de la mejor distribución

Una vez desarrolladas las soluciones, hay que proceder a seleccionar una de ellas, para lo que es necesario realizar una evaluación de las propuestas, lo que nos pone en presencia de un problema de decisión multicriterio. La evaluación de los planes alternativos determinará que propuestas ofrecen la mejor distribución en planta. Los métodos más referenciados entre la literatura consultada con este fin se relacionan a continuación:

- a) Comparación de ventajas y desventajas
- b) Análisis de factores ponderados
- c) Comparación de costos

Probablemente el método más fácil de evaluación de los mencionados anteriormente es el de enlistar las ventajas y desventajas que presenten las alternativas de distribución, o sea un sistema de "pros" y "contras". Sin embargo, este método es el menos exacto, por lo que es aplicado en las evaluaciones preliminares o en las fases (I y II) donde los datos no son tan específicos.

Por su parte, el segundo método consiste en la evaluación de las alternativas de distribución con respecto a cierto número de factores previamente definidos y ponderados según la importancia relativa de cada uno sobre el resto, siguiendo para ello una escala que puede variar entre 1-10 o 1-100 puntos. De tal forma se seleccionará la alternativa que tenga la mayor puntuación total. Esto aumenta la objetividad de lo que pudiera ser un proceso muy subjetivo de toma de decisión. Además, ofrece una manera excelente de implicar a la dirección en la selección y ponderación de los factores, y a los supervisores de producción y servicios en la clasificación de las alternativas de cada factor.

El método más substancial para evaluar las Distribuciones de Planta es el de comparar costos. En la mayoría de los casos, si el análisis de costos no es la base principal para tomar una decisión, se usa para suplementar otros métodos de evaluación. Las dos razones principales para efectuar un análisis de costos son: justificar un proyecto en particular y comparar las alternativas propuestas. El preparar un análisis de costos implica considerar los costos totales involucrados o solo aquellos costos que se afectarán por el proyecto. (Gosende, 2008)

1.8 Ventajas de una Eficiente Distribución en Planta

Resulta ventajosa una eficiente distribución en planta que no sólo abarque la ordenación más económica de las áreas de trabajo y equipo sino también una ordenación segura y satisfactoria para los empleados, Algunas de estas ventajas se muestran a continuación:

1. Se reducen los riesgos de enfermedades profesionales y de accidentes de trabajo, eliminándose lugares inseguros, pasos peligrosos y materiales en los pasillos.
2. Se mejora la moral y se da mayor satisfacción al obrero, evitando áreas incómodas y que hacen tedioso el trabajo para el personal.
3. Se aumenta la producción, ya que cuanto más perfecta es una distribución se disminuyen los tiempos de proceso y se aceleran los flujos.
4. Se obtiene un menor número de retrasos, reduciéndose y eliminándose los tiempos de espera, al equilibrar los tiempos de trabajo y cargas de cada departamento.

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

5. Se obtiene un ahorro de espacio, al disminuirse las distancias de recorrido y eliminarse pasillos inútiles y materiales en espera.
6. Se reduce el manejo de materiales distribuyendo por procesos y diseñando líneas de montaje.
7. Se utiliza mejor la maquinaria, la mano de obra y los servicios.
8. Se reduce el material en proceso.
9. Se facilitan las tareas de vigilancia y control, ubicando adecuadamente los puestos de supervisión de manera que se tenga una completa visión de la zona de trabajo y de los puntos de demora.
10. Se reducen los riesgos de deterioro del material y se aumenta la calidad del producto, separando las operaciones que son nocivas unas a otras.
11. Se facilita el ajuste al variar las condiciones. Es decir al prever las ampliaciones, los aumentos de demanda o reducciones del mercado se eliminan los inconvenientes de las expansiones o disminuciones de la planta.
12. Se mejora y facilita el control de costos, al reunir procesos similares, que facilitan la contabilidad de costos.
13. Se obtienen mejores condiciones sanitarias, que son indispensables tanto para la calidad de los productos, como para favorecer la salud de los trabajadores.

1.9 Estimación de los costos de la nueva distribución.

Con frecuencia, durante el período de modificación se consumen grandes cantidades de recursos internos, sin que se haga ningún esfuerzo para cargarlos a una cuenta especial. (Muther, 1981)

COSTOS QUE DEBERÁN SER CONSIDERADOS AL PROYECTAR UNA DISTRIBUCIÓN	
INVERSIÓN	COSTOS DE OPERACIÓN O FUNCIONAMIENTO
a) Costo inicial de nuevos elementos: Edificios Construcciones Maquinaria Equipo	e) Material: Producción Desechos o desperdicios Suministros y embalaje Piezas y materiales de mantenimiento
b) Costos accesorios: Herramientas y utillaje	f) Trabajo (mano de obra): Directo

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

Equipo de manejo de materiales	Suplemento por horas o turnos especiales
Recipientes y bandejas	Tiempo ocioso o de espera
Bancos y sillas	Variación de eficiencia
Relojes, refrigeradores de agua, etc.	Administrativo
Estanterías, soportes para almacén, etc.	Mantenimiento
Instalación eléctrica, de tuberías.	Inspección
Equipo de oficina	Manejo y almacenamiento
Trabajo de oficina o diseño	Supervisión

c) Costos de instalación:	g) Generales:
Cambios de edificio	Superficie ocupada
Maquinaria y equipo	Energía eléctrica
Elementos de los servicios auxiliares	Combustible
Líneas de servicio auxiliar	Impuestos
	Seguros
	Intereses de la inversión
d) Costo de depreciación y desuso	

Gastos indirectos

- Costo de planeación.

Este es el renglón que probablemente se oculte más fácilmente dentro de las cuentas normales de producción y administración. Cualquier cantidad de dinero que se invierta en la elaboración de planes de trabajo, planos, dibujos, especificaciones, lista de materiales, etc. y cualquier otra información necesaria para poder proceder, debe considerarse en el costo total.

Costos directos

- Equipo nuevo.

Incluye todos los desembolsos para la compra y entrega (en la planta) de máquinas nuevas, equipo para el movimiento de materiales, bancos de trabajo y demás accesorios de producción que requiera el nuevo plan.

- Modificaciones estructurales y nuevas construcciones.

Horarios de Ingeniería y legales.

Seguros e impuestos.

Cargos de intereses sobre la nueva distribución

Costo del proyecto en sí.

- Modificaciones a los servicios.

Cualquier modificación en los servicios debe detallarse con toda claridad y estimarse el costo o valor del trabajo contratado. Debemos considerar, la desconexión de las máquinas que van a trasladarse y su re conexión a todas las instalaciones una vez que han quedado colocadas en su nueva ubicación. En muchos casos, esto puede ascender a más del costo de traslado de la misma máquina.

- Costo de traslado de las maquinas.

Depende de:

- Número de máquinas que tengan que moverse.
- La distancia involucrada.
- Dimensiones y peso de las máquinas.
- La capacidad del personal de planta para realizar estas maniobras.
- Alquiler de grúas, montacargas y demás equipo necesarios (con o sin operador).

Utilización de la computación en el proceso de distribución en planta.

Debido al número elevado de factores que han de ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar una distribución, a menudo, las aproximaciones por prueba y error son las únicas factibles. Pero el enorme número de cálculos y posibilidades en los problemas a resolver (incluso en los no muy complejos) llega a ser abrumador.

Resulta obvio, pues, que la ayuda de la computadora facilita enormemente el desarrollo de los cálculos sin embargo, a pesar de las capacidades y velocidades alcanzadas en la actualidad por las computadoras, no existe en el mercado software capaz de encontrar la mejor solución para este tipo de problemas de distribución en planta, utilizándose métodos heurísticos. Los programas desarrollados para asistir a la distribución en planta pueden utilizar criterios cuantitativos (debiendo ser especificadas entonces las matrices de distancias e intensidades de tráfico) o cualitativos (en cuyo caso se utiliza la escala de prioridades de cercanía de Muther), entre los paquetes informáticos para el análisis de las distribuciones existentes más utilizados pueden mencionarse los siguientes:

- CRAFT (Computer Relative Allocation of Facilities Technique
- ALDEP (Automated Layout Design Program)
- CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning)
- PREP (Plant Relayout and Evaluation Package)
- COSMOS (Computerized Optimization and Simulation Modeling for Operating Supermarkets)

- ABPOM (Operation layout)
- LOWARE
- WinQSB

1.10 Dirección Integrada de Proyecto.

El “Project Management” o Dirección Integrada de Proyecto ha manifestado un considerable desarrollo en el mundo durante los últimos años. Hasta el año 1970 el concepto y el término eran prácticamente desconocidos., hoy por el contrario, La Dirección Integrada de Proyecto a madurado y ha dado lugar a un conjunto de técnicas y disciplinas que, cuando se utilizan adecuadamente, conducen a la obtención de la finalidad de un proyecto, entendido este como la realización de algo que tiene un comienzo y un fin determinado, así como un propósito específico.

La finalidad de un proyecto se traduce en un sistema de objetivos a conseguir referidos a la propia finalidad y calidad con que se quiere realizar, al plazo en que es necesario disponer de un “algo” y al costo en que se puede incurrir. Los tres objetivos están entrelazados y por ello constituyen un sistema.

La dirección del sistema se realiza a través de un proceso de optimización de todos los recursos humanos y no humanos de que se dispone para la realización del proyecto. (Heredia, 1985)

El “Project Management” o Dirección Integrada de Proyecto ha manifestado un considerable desarrollo en el mundo durante los últimos años. Hasta el año 1970 el concepto y el término eran prácticamente desconocidos., hoy por el contrario, La Dirección Integrada de Proyecto a madurado y ha dado lugar a un conjunto de técnicas y disciplinas que, cuando se utilizan adecuadamente, conducen a la obtención de la finalidad de un proyecto, entendido este como la realización de algo que tiene un comienzo y un fin determinado, así como un propósito específico.

La finalidad de un proyecto se traduce en un sistema de objetivos a conseguir referidos a la propia finalidad y calidad con que se quiere realizar, al plazo en que es necesario disponer de un “algo” y al coste en que se puede incurrir. Los tres objetivos están entrelazados y por ello constituyen un sistema.

La dirección del sistema se realiza a través de un proceso de optimización de todos los recursos humanos y no humanos de que se dispone para la realización del proyecto. (De Heredia 1985)

La resolución No 91 del 2006 establece que el Ministerio de Economía y Planificación es el organismo de la Administración Central del Estado encargado de dictar las normas que regulan las funciones, obligaciones y relación de las principales entidades que participan en el proceso inversionista e instrumentan sus aplicaciones. En ella se analizan con profundidad todos los temas relacionados con la inversión en Cuba. La misma está estructurada en 13 capítulos y estos a su vez en secciones que agrupan un total de 209 artículos. (Resolución 91 del 2006)

Resultaría verdaderamente importante para las empresas actualmente dedicar algún tiempo a la distribución en planta, en ella siempre hay reservas de eficiencia y eficacia y tener en cuenta que en la actualidad algunos autores como ejemplo Diego Mas, al cual se ha hecho referencia constantemente trabajan otros métodos novedosos de distribuir la planta, entre ellos los Metaheurísticos y redes neuronales para la distribución en planta de actividades industriales, además de otros como los algoritmos genéticos.

CAPÍTULO II: DIAGNOSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ACTUAL EN LA DIP “GUILLERMO MONCADA”

Los procesos industriales y/o de servicios se desarrollan cada vez más en entornos competitivos, donde rigen cada día con más fuerza las condicionantes de un mercado exigente y selectivo, en el que la eficiencia y eficacia en el desempeño de todas las fases de esos procesos, se hace condición necesaria para la subsistencia de la empresa. Uno de los elementos que en las empresas deben diseñarse con cuidado y al que pocas veces se le dedica la atención necesaria, es la distribución de sus espacios físicos.

2.1. Caracterización de la UEB DIP Guillermo Moncada

2.1.1. Redimensionamiento de la industria azucarera cubana

La agroindustria azucarera cubana en el año 2002 inicia una profunda reestructuración y redimensionamiento. Las causas que dan origen a este complejo proceso están vinculadas a diversos factores tanto desde el punto de vista histórico como coyuntural, determinados entre otros por la crisis económica provocada con la desaparición del Campo Socialista en Europa del Este, el agotamiento del modelo agro económico tradicional (Figueroa A, 2006), las tendencias crecientes del precio de los hidrocarburos, el recrudecimiento del bloqueo impuesto al país por los Estados Unidos y la disminución del precio del azúcar en el mercado mundial, a lo que se suma la alta competitividad de la producción azucarera en Brasil, líder mundial en las exportaciones.

El peso que tradicionalmente había tenido y tiene la agroindustria azucarera en la economía nacional explica el significado táctico y estratégico de los cambios que en la organización empresarial se dieron, sobre todo en el sector de la producción de azúcar.

Ante este escenario la máxima dirección del país y del MINAZ, se vio en la necesidad de reflexionar sobre la factibilidad del cultivo de la caña y la producción de azúcar y retomar las palabras del Comandante en Jefe Fidel Castro desde el 1960: *“En la caña, si fuera posible empezar a organizar de nuevo toda la producción azucarera, lo que haríamos en primer lugar es buscar las mejores tierras para esos cultivos, planear un tipo de agricultura diversificada, y calcular cuántos centrales hacían falta para producir determinada cantidad de azúcar. En el sector industrial, no hay otra solución que convertir los centrales de más rendimientos en centros industriales para garantizar el empleo durante todo el año. La cuestión más difícil de resolver es esa, habrá que reducir centrales, y esta es una palabra*

dura, pero yo se que tanto un gobernante revolucionario como un líder revolucionario, no vacila en decir las cosas con honradez.”

Los altos precios y la estabilidad del mercado que durante más de 30 años fueron sostenidos con el Campo Socialista de Europa del Este, imposibilitó comprender a cabalidad estos señalamientos, pero a partir de los cambios en el escenario económico mundial en la década del 90, estos planteamientos cobraron mayor vigencia y constituyen el reto que debe enfrentar la agroindustria azucarera cubana en el presente siglo XXI.

La Tarea Álvaro Reynoso en su documento programático señala: *ha llegado el momento de reestructurar y redimensionar nuestra industria azucarera a los niveles que aconsejan los costos de producción, el consumo y los precios del azúcar. El objetivo fundamental en este proceso de reestructuración es acelerar el incremento de los ingresos netos generados a través de un profundo proceso de disminución de los costos.* (MINAZ, 2002)

Esto genera un programa integral de reestructuración complejo y arriesgado, que implica un reordenamiento y perfeccionamiento no solo de las instalaciones y áreas de producción, sino también de la agricultura cañera, las facilidades e instalaciones de apoyo y de toda la fuerza laboral del sector. Se inició con una primera etapa enmarcada desde abril del 2002 hasta mayo del 2004, caracterizándose, por profundos procesos de participación de los trabajadores en la definición de una legislación especial, cambios de objetos sociales y organizacionales, desarmes de fábricas y equipos de mecanización y la participación masiva de los trabajadores en la superación. Fue objeto de esta etapa la identificación de nuevas misiones para el sector, que le han sido encomendadas por la dirección del país y que se convierten en metas como:

- Ser competitivos y eficientes en la producción de caña y azúcar.
- Producir alimentos, mediante la diversificación agrícola e industrial.
- Mejorar las condiciones sociales de los trabajadores en general y la participación de los mismos en los programas de superación.
- Vincular el sector a los convenios de colaboración entre los miembros del ALBA en la esfera de producción alcoholera como alternativa para la reducción de los efectos medio ambientales que genera en el mundo la producción de carburantes a partir de combustibles fósiles.

2.1.2. La Alternativa Bolivariana para los pueblos de América.

La propuesta del ALBA la formuló por primera vez el Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Rafael Chávez Frías, en el marco de la III Cumbre de jefes de estados de la Asociación de Estados del Caribe, en Isla Margarita en diciembre del 2001.

El ALBA es un proyecto histórico que tiene el propósito de unir las capacidades y fortalezas de los países que la integran, en la perspectiva de producir las transformaciones estructurales y el sistema de relaciones necesarias para alcanzar el desarrollo integral requerido para la continuidad de nuestra existencia como naciones soberanas y justas.

Convenios de colaboración Cuba –Venezuela

La progresiva relación económica política que existe entre los pueblos y gobiernos de Venezuela y Cuba ha facilitado el desarrollo paulatino de los procesos de colaboración y ha fortalecido los vínculos de estos países con el resto de los miembros del ALBA. La decisión es el resultado de la VII reunión de la comisión mixta del convenio integral, que desde el año 2000 ha permitido la firma de acuerdos en las esferas salud, comunicaciones, deportes, educación, formación de empresas mixtas como PDVSA- CUPET y más reciente la participación recíproca de ambos países en el programa de producción de etanol, entre otras.

El programa alcoholero de colaboración puesto en marcha entre Venezuela y Cuba forma parte de los esfuerzos conjuntos para proteger el medio ambiente, disminuir el consumo de combustibles fósiles y fomentar fuentes alternativas de energía bajo el principio de no usar cereales en la fabricación de carburantes, apelando a la extracción de alcohol a partir de la caña de azúcar que será empleado en la mezcla para la producción de gasolina, con ventajas económicas y ambientales probadas.

Venezuela actualmente importa Etanol brasileño para sus mezclas de gasolina, en reemplazo del Metil Terbutil éter (MTBE) y el Tetra etilo de Plomo, productos contaminantes usados para oxigenar y antidetonar el combustible.

El acuerdo firmado entre ambas naciones contempla la instalación de once plantas alcoholeras y el desarrollo de la producción cañera con esos fines en cinco estados de la geografía venezolana.

La parte cubana tiene la responsabilidad del desmontaje y rehabilitación de once ingenios azucareros que se encontraban paralizados y conservados por acuerdo del proceso de redimensionamiento de la industria del Azúcar. Ubicados en la región centro-oriental, y su conversión a plantas procesadoras de caña con capacidades potenciales de molidas de 8000 y

10000 toneladas diarias, su posterior montaje y puesta en marcha en la República Bolivariana de Venezuela

La actividad de construcción y rehabilitación de equipos de segunda mano para esta misión debía ser realizada en las propias instalaciones existentes en la infraestructura del sector azucarero (centrales azucareros y grupos de apoyo del MINAZ) y la misma responde al nombre de Misión RABILOV.

2.1.3. La Dirección integrada de proyecto en el sector azucarero.

Para llevar a cabo la misión RABILOV se crearon en marzo del año 2006, amparado por la resolución 81/06 las Direcciones Integradas de Proyectos (DIP) vinculadas al sector azucarero. Estructuradas en quince unidades empresariales de base (UEB) se decidió que se integraran a Empresas de los Grupos Agroindustriales (GEA) de los territorios. En Cienfuegos se decide que se integre a GEA Cienfuegos.

La finalidad de estas DIP en todo el país consiste en: desmontar y rehabilitar los centrales azucareros que se exportarán, en cumplimiento de la "Tarea RABILOV" con destino al proyecto alcoholero convenido con la República Bolivariana de Venezuela.

Las funciones principales de las DIP en el sector azucarero son:

- *Organizar, planificar*, supervisar y controlar el desmontaje, *rehabilitación del central*, su traslado hasta el puerto que se le designe y aceptación por el cliente de los activos que serán vendidos.
- Elaborar y emitir los planes y balances económicos según el habitual funcionamiento en el sector, así como otras informaciones económicas solicitadas por el organismo Central, GEA y la empresa TECNOAZUCAR como administradora del proyecto.
- Controlar todos los recursos, medios técnicos y fuerza de trabajo para cumplir con la tarea asignada.
- Participar en la selección del personal que integra la DIP, coordinar su capacitación y cumplir con lo orientado en cuanto a su aprobación para las funciones encomendadas.
- Revisar toda la documentación de proyectos, programaciones, fuerza de trabajo y equipos elaborados por la empresa, vinculados al proyecto y emitir los criterios y sugerencias cuando corresponda.
- Controlar la calidad del desmontaje y la rehabilitación, exigiendo que se cumplan las normas fijadas en el proyecto.

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

- Controlar y hacer cumplir el presupuesto acordado para cada etapa del desmontaje, rehabilitación y traslado hasta el puerto cubano.
- Garantizar el cumplimiento de los sistemas de utilización de las finanzas, según lo asignado y previsto por el grupo de trabajo de la “Tarea RABILOV”.
- Firmar contratos a nombre y en representación de la entidad a la que se subordina la DIP, chequear y controlar el cumplimiento de los contratos.
- Participar y emitir criterios en las subcontrataciones que realicen los contratistas principales. *Velando por la calidad y el respeto de los plazos para el desmontaje, rehabilitación y transportación hasta el puerto de embarque.*
- Cumplir y hacer cumplir las leyes nacionales en todo lo relacionado con la actividad asignada.
- Elaborar las programaciones de proyecto de acuerdo con las directivas emitidas por el grupo de trabajo de la “Tarea RABILOV”.
- *Cumplir y hacer cumplir las normas de seguridad e higiene en el trabajo.*
- *Cumplir y hacer cumplir todo lo previsto y contratado en materia de atención al hombre, así como lo legislado en materia de protección del medio ambiente.*
- Las UEB DIP tienen una estructura organizativa funcional, constituida por un aparato técnico-administrativo reducido, de acuerdo a las características de los objetivos a cumplir, integrada por funcionarios y técnicos con conocimientos y experiencias para garantizar la actividad encomendada. Los mismos fueron seleccionados y aprobados por el departamento de Recursos Humanos del GEA de la provincia y la comisión de cuadros del organismo central.

Las funciones diferenciadas por la letra (k) son las que este trabajo contribuirá a su cumplimiento.

2.1.4 Caracterización interna de la DIP Guillermo Moncada.

La DIP Guillermo Moncada como todas las de su tipo constituye un importante objetivo económico para el sector azucarero y el país ingresando cantidades considerables de divisa, parte de la cual constituye su aporte al presupuesto del estado.

Esta dirección para dar cumplimiento a su objeto social tiene definida como misión:

Desmontar, rehabilitar y transportar al puerto de forma íntegra y con la calidad demandada las piezas necesarias para la construcción del central alcoholero en la República Bolivariana de Venezuela. Garantizando el cumplimiento de los plazos y normas establecidas en los contratos, contando para ello con el esfuerzo de los trabajadores.

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

Su visión:

Alcanzar un elevado nivel de competencia y profesionalismo en sus obreros, de manera que se encuentren a la altura de las exigencias competitivas internacionales, apoyados en las escuelas de homologación de las compañías extranjeras en nuestro país, dando la posibilidad de dar apoyo a tareas en países hermanos.

Dentro del objeto social de la DIP Guillermo Moncada se encuentran:

Desmontar y rehabilitar todos los componentes de los centrales paralizados, autorizados por la alta dirección del organismo central para el cumplimiento de la tarea técnica.

Ésta, realizada con la calidad requerida, debe garantizar la aceptación por el cliente de los activos que serán vendidos y asumir la responsabilidad del traslado hasta el puerto cubano que se designe para su exportación

Dentro de su objeto social la DIP Guillermo Moncada tiene la responsabilidad de desmontar las piezas que va a rehabilitar y que en ocasiones se encuentran en otros ingenios paralizados, ubicados en diferentes provincias, así como debe coordinar el traslado de éstas hacia sus instalaciones.

La DIP mantiene relaciones de subordinaciones con GEA provincial con carácter administrativo, con la dirección nacional del MINAZ en cuanto a la supervisión técnica y con el departamento de control de calidad de ICINAZ, quien coordina acciones con el grupo del ALBA y la representación de PDVSA-Agrícola, que constituye su cliente extranjero. Así como con TECNOAZUCAR que es la empresa comercializadora de los productos de la industria azucarera en el exterior.

Internamente la DIP se desempeña según la estructura organizativa que muestra el figura 2.1.

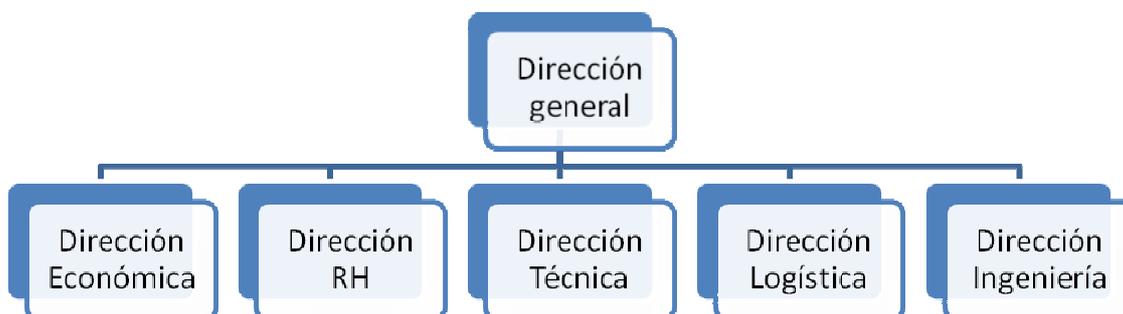


Figura 2.1. Estructura organizativa de la DIP Guillermo Moncada

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

Sus recursos humanos actualmente están integrados por 79 trabajadores, de 115 en plantilla aprobada. Ellos están distribuidos por categoría ocupacional según muestra el gráfico 2.1.

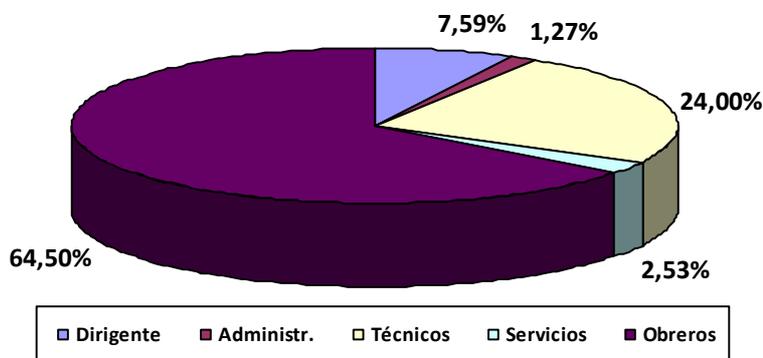


Gráfico 2.1. Plantilla por categoría ocupacional.

De acuerdo a sus funciones la plantilla directa a la producción está distribuida en cinco brigadas, entre las que se encuentran las de: pailería, mecánica, *sanblast* y pintura, maquinado y servicios auxiliares.

2.1.4.1. Descripción de los proyectos asignados.

Al comenzar sus actividades de rehabilitación y construcción a la UEB DIP Guillermo Moncada le fueron asignados 84 proyectos.

Los proyectos se clasifican en 3 grupos:

1. Equipos nuevos adquiridos a través del grupo comercializador (AZUGRUP).
2. Equipos nuevos construidos en la UEB DIP Guillermo Moncada o contratados a otra entidad, teniendo en cuenta las normas establecidas en el contrato con el cliente y las especificaciones del diseño.
3. Equipos de segunda mano que se compran a centrales paralizados y se rehabilitan en la UEB DIP Guillermo Moncada.

El resumen de los proyectos o tareas a ejecutar se relacionan en la tabla 2.1. En el Anexo A se desglosan los proyectos por componentes o piezas, cantidad a ejecutar de cada uno y si es rehabilitación o construcción.

	Áreas del proyecto	Cantidad de proyectos	Tipo de proceso
Proyecto Planta procesadora de caña	Planta Moledora	24	Construcción y rehabilitación
	Recepción y preparación de la caña	12	Construcción y
	Purificación y concentración de jugo	39	Construcción y rehabilitación
	Naves	9	Rehabilitación

Tabla 2.1. Cantidad y tipos de proyectos

Los proyectos asignados a la UEB representan un total de ingresos de 3 106 502. pesos.(cierre del año 2010) Para la primera etapa ya entregada fue de 1 713 689 pesos. No se conoce plan de gastos de cada proyecto para poder comparar con los gastos en que se van incurriendo.

Las primeras exportaciones, 370 toneladas se realizaron en el mes de diciembre del año 2009, en cumplimiento al plan de exportación para ese año quedando pendientes para el siguiente embarque, que se realizó en enero del 2010 con 56 toneladas , por insuficiente capacidad de transportación marítima, en marzo del año 2010 se exportaron 57 toneladas para dar cumplimiento a los compromisos de entrega del primer trimestre del 2010 y en el momento en que se realiza esta investigación se trabaja en función de la entrega de junio del presente año.

2.1.4.2. Descripción de las fases del sistema empresarial en la UEB DIP Guillermo Moncada.

En la DIP se desarrollan las tres fases de cualquier sistema empresarial, es decir el proceso de aprovisionamientos, de producción y comercialización.

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

El proceso de aprovisionamiento de las materias primas y materiales se hace a través de la comercializadora nacional del MINAZ, AZUGRUP que radica en la Habana pero tiene representación en la provincia.

El departamento de proyectos nacionales vinculado al sector azucarero IPROYAZ es el encargado de elaborar los proyectos de ingeniería para la construcción de las plantas para la Tarea RAVILOB a partir de la tarea técnica, documento que obra en poder de las DIP.

La prioridad para la ejecución de los proyectos depende del orden de montaje en la República de Venezuela.

A partir de la planificación anual de los proyectos a ejecutar y la documentación (planos de los equipos) se solicita la necesidad de recursos materiales para el próximo año. Esta información se elabora en el 3er trimestre del año y se transmite a las empresas responsabilizadas con la misma (ASUGRUP, TECNOAZUCAR Y grupo de trabajo del ALBA). Los recursos asignados se depositan en los almacenes AZUGRUP, Güines, provincia La Habana y en la reunión mensual de evaluación del avance de la tarea, donde participa una representación de la DIP se formaliza la distribución.

Los recursos fundamentales adquiridos por este sistema son:

- ◆ Perfiles y laminados
- ◆ Electrodo para soldar
- ◆ Pinturas
- ◆ Herramientas manuales
- ◆ Útiles de corte
- ◆ Medios de protección

Estos recursos son transportados hasta la UEB de forma general con los medios propios de ASUGRUP o arrendados por ellos, y en casos excepcionales y previamente coordinados con camiones de la UEB DIP.

Existen otros insumos como gases industriales, vestuario, alimentos, entre otros, que se gestionan y transportan con los medios disponibles de la provincia.

En el caso de los equipos a rehabilitar, que constituyen activos fijos de segunda mano el departamento técnico de TECNOAZUCAR, de acuerdo a la información en su poder sobre los medios disponibles en los centrales paralizados, asigna y autoriza oficialmente la venta de estos a la UEB DIP, teniendo en consideración en primer lugar la solución con los activos existentes en la provincia, o en otro central del país.

Es importante señalar que existen retrasos con la llegada de los recursos materiales para la ejecución de los proyectos, considerándose este como el elemento de mayor peso en el

cumplimiento del ciclo de entrega a los clientes. Y si bien es cierto que generalmente se cumple con las fechas entrega de cada proyecto, es cierto también que se realiza un gran esfuerzo para cumplimentar su ciclo de producción, por lo que se trabaja en los últimos momentos de forma apresurada. Este es uno de los motivos por los cuales es necesario buscar reservas en productividad, sobre todo en tratar de disminuir aquellas actividades que no agregan valor al producto como el movimiento de los materiales.

Paralelamente a la ejecución de las piezas se realiza el proceso de preparación de la comercialización, en este se procesa la documentación que acompaña a cada equipo (expediente) y que forma parte fundamental de la entrega al cliente.

El expediente del equipo es un documento que recoge las actividades, inspecciones, las fuentes de materia prima, características de los insumos, procedimientos de trabajo, planos, entre otros documentos.

En el contrato de compra-venta firmado entre las partes se establecen indicadores de calidad, fecha y forma de entrega, entre otros, todos de carácter obligatorio.

La aceptación final de cada uno de los equipos que forman el embarque está sujeta a la revisión por parte del cliente, que se persona en la UEB, acompañado de los especialistas del departamento de calidad de TECNOAZUCAR y representantes de la DIP Guillermo Moncada.

En esta visita se Inspecciona visualmente los equipos terminados, realizan pruebas y mediciones a cada equipo propuesto a exportar y se emite el dictamen de aceptación. En caso de rechazo por incumplimiento de indicadores de calidad en el equipo o la documentación, se elabora un informe de no conformidad, que pasará a formar parte del expediente, en el que se plasma un plan de acciones para la solución de los mismos, lo cual es revisado en la próxima visita de aceptación.

Finalmente es el traslado de los equipos a puerto se realiza con la transportación asignada por TECNOAZUCAR y los costos corren a cargo de la UEB DIP Guillermo Moncada

Para el cumplimiento de los compromisos además, la UEB contrata algunos servicios a las entidades siguientes:

- Grupo empresarial de construcciones (GECA)
- Empresa de Ingeniería y Servicios Técnicos Azucareros.
- Empresa de Información y el Conocimiento (TEICO)
- Empresa de Ingeniería y Proyectos Azucareros (IPROYAZ)
- Grupo Empresarial del Transporte (TRANSMINAZ)

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

Intencionalmente, el último proceso a describir es el proceso de producción, el cual está centrado en la rehabilitación y construcción de equipos para la industria azucarera.

El proceso de rehabilitación comienza con el desmontaje de los equipos, partes y piezas, que se encuentran instalados en centrales inactivos. Para la ejecución de las operaciones de desmontaje y traslado de estos equipos el departamento técnico y de ingeniería de la UEB DIP confecciona previamente los procedimientos normalizados a llevar a cabo durante cada operación.

En ambos procesos las operaciones son similares y se recogen a continuación en la tabla 2.2

Operación	Descripción	Tipo de equipo	Cantidad de equipo
<i>Corte</i>	Combinación de oxígeno y acetileno sometidos a presión para provocar una llama de alta temperatura, que se aplica sobre la superficie metálica	Equipo manual de corte oxiacetilénico	5
<i>Preparación de superficie</i>	Desbaste de irregularidades sobre relieve de superficie metálicas con disco de desbaste o cepillo de alambre	Equipo manual eléctrico o neumático	9
<i>Soldadura</i>	Unión de dos metales mediante fusión del metal de aportación. (Eléctrodo) con metal base	Máquina de soldar eléctrica (Regulable)	7
<i>Montaje y ajuste</i>	Actividades manuales con ayuda de herramientas Ej. Armar, desarmar, apretar, montar etc.	Herramientas manuales	Módulo pañol
<i>Torneado</i>	Realizar actividades sobre una pieza Ej. refrentar, cilindrar, roscar etc.	Torno universal Torno perforador	1 1
<i>Taladrado</i>	Realizar orificios sobre una pieza utilizando barrenas o brocas	Taladro radial Taladro de columna	1 1
<i>Limpieza mecánica</i>	Aplicar granalla a alta presión sobre la superficie del metal para eliminar partículas. de óxido o pintura	Equipo de sanblast.	1

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

<i>Pintura</i>	Aplicar las capas de pintura a presión establecidas sobre la superficie a pintar	Pistola de pintar manual.	2
		Máq. automática de pintura	1

Tabla 2.2 Descripción de las operaciones y tipos de equipos.

El tipo de sistema de producción se caracteriza como muestra la tabla 2.3.

Factores determinantes	Característica
Externos	
<i>Comportamiento de la demanda</i>	Fija
<i>Cantidad de clientes</i>	Uno
<i>Tendencia del diseño con relación a la demanda</i>	Estable
<i>Forma de ejecutar la producción</i>	Por pedidos
Internos	
<i>Tipo de producción</i>	Unitaria o pequeña serie
<i>Duración del ciclo</i>	Largo
<i>Nivel técnico del proceso</i>	Mecánico Manual
<i>Dificultad para ejecutar el producto</i>	Alta
<i>Magnitud del producto</i>	Grande
<i>Medios para movimiento del material</i>	Tractores industriales, carretillas y Grúas
<i>Estructura espacial de la producción</i>	Tecnológica o por procesos

Tabla 2.3. Caracterización del sistema de producción

2.2.1. Evaluación preliminar sobre la distribución en planta actual.

Según los resultados alcanzados en indicadores los significativos de eficacia de la DIP Guillermo Moncada se plantea el siguiente problema: la distribución en planta existente no satisface las condiciones para garantizar el buen desarrollo y funcionamiento del proceso productivo de los equipos a rehabilitar y construir.

El primer paso para comenzar a estudiar la distribución en planta actual es la aplicación de la lista de chequeo, recomendada en la bibliografía y que aparece referenciada en el capítulo I.

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

La lista de chequeo es adaptada para varios aspectos de los diferentes factores que trata, teniendo en cuenta las particularidades de los mismos en la DIP. **Ver Anexo B**

Los resultados de la lista de chequeo muestran que en efecto la distribución en planta actual no es la mejor y el factor que más incidencia tiene es el movimiento. El resumen de incidencias negativas por factor aparece en el gráfico 2.2.

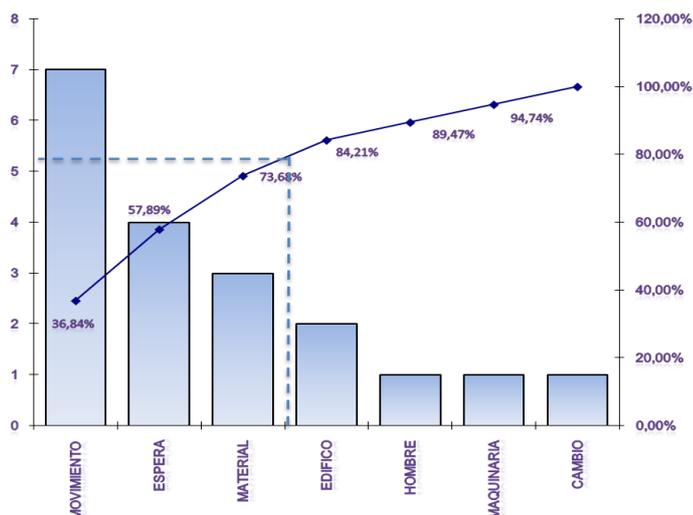


Gráfico 2.2. Representatividad de los problemas por factores

2.3. Diagnóstico de la distribución en planta actual de la DIP Guillermo Moncada

La DIP Guillermo Moncada se encuentra localizada en las áreas industriales de la antigua fábrica de la Empresa Azucarera del mismo nombre, perteneciente ésta al Consejo Popular Constanza del municipio Abreus.

En las instalaciones de la fábrica no solo se encuentra ubicada la DIP sino además, lo comparte con la unidad 423 del MINCIN, la posición de silos refrigerados para almacenar granos que pertenece a CONAZUCAR y la Oficina Liquidadora Guillermo Moncada. Ver Distribución en planta actual en figura 2.2 o en **anexo C**.

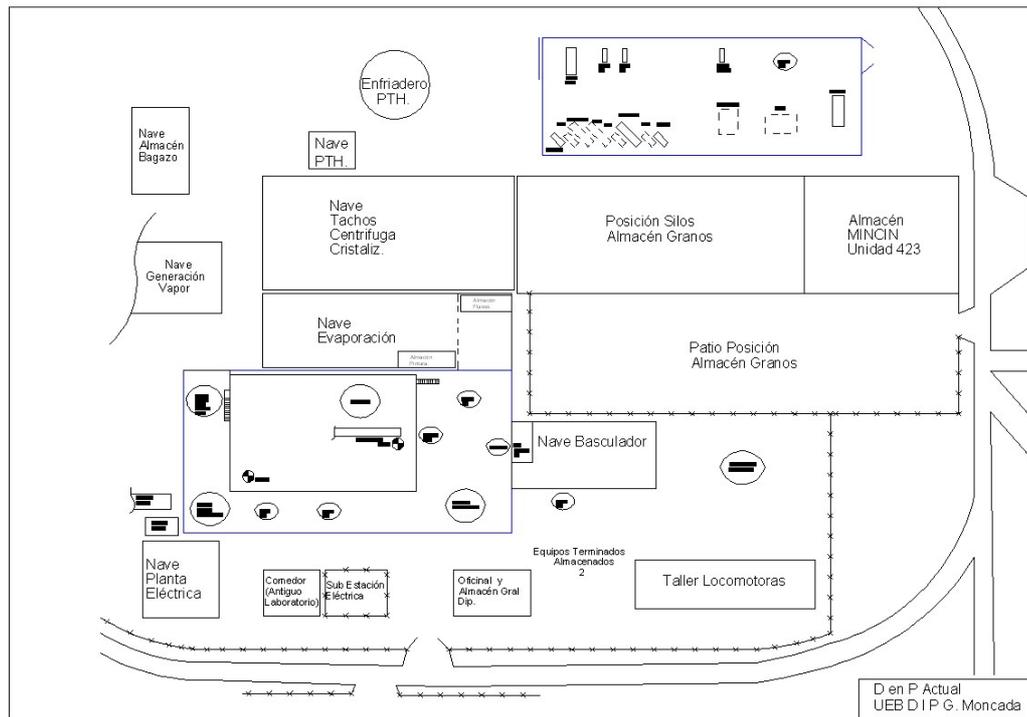


Figura 2.2. Distribución en planta actual.

2.3.1. Razones de localización de la instalación

La decisión de localizar en ese lugar la DIP estuvo relacionada a los siguientes factores:

- Disponibilidad ya instalada de fuente de corriente eléctrica a través de una sub-estación de 6,3 Kv ya existente. De igual manera el abasto de agua.
- Existencia de instalaciones de oficinas, comedor y almacenes.
- Disponibilidad de fuerza de trabajo, en ese momento sin empleo por la desactivación del central azucarero Guillermo Moncada, la cual poseía calificación y experiencia en las labores similares.
- Existencia de vías de acceso que permiten la transportación hacia la instalación de los abastecimientos y desde la instalación de los equipos terminados a su destino. Además la cercanía a la capital provincial donde se encuentra instalado el puerto de Cienfuegos, por donde deben transportarse las diferentes cargas al cliente venezolano.
- Cercanía a la principal fuente de suministro, en este caso los equipos y partes que debían ser rehabilitados estaban ubicados en ese central azucarero y otros cercanos a esa zona, entre otros.

- Consideraciones socio culturales existentes en el batey, después de desactivados los centrales en el país, donde estudios realizados demuestran que era necesario crear otras fuentes de empleo y de atención para aquellas personas que han vivido toda una vida pendiente de la actividad azucarera.
- La existencia de una infraestructura industrial adecuada o al menos muy semejante a lo que necesitaba el proceso de rehabilitación y construcción de equipos de la industria azucarera, teniendo en cuenta que este era el taller de maquinado del central azucarero. Las naves son techadas, habilitadas con instalación de grúas de capacidad de carga que garantizan la manipulación de las cargas a mover en los proyectos previstos.

2.3.2. Descripción de las áreas que componen la instalación de la DIP Guillermo Moncada

La infraestructura de la DIP Guillermo Moncada ocupa actualmente: Ver anexo C

- el área que pertenecía a la nave de molinos o Tándem, se destinó a las operaciones de rehabilitación y construcción, tales como pailería, montaje y desmontaje, limpieza mecánica y pintura. Además, se ubicó en esta área un espacio para almacenamiento de equipos en espera de rehabilitación y equipos rehabilitados en espera de embarque. También, se destina un espacio a equipos ociosos ajenos a la actividad. Las dimensiones de esta área es de 80 X 26 metros, de largo y ancho, respectivamente. Una altura con puntal libre de 15 metros, es decir hasta el puente de la grúa viajera.
- diametralmente opuesta a la nave descrita anteriormente a unos 60 m de distancia se encuentra el taller de maquinado que ocupa un área de 54 X 24 metros y 10 metros de altura hasta el puente de la grúa viajera.
- áreas de almacenes techados (cuatro) y a cielo abierto (uno)
- edificio de oficinas
- área de comedor

La comunicación entre las principales áreas techadas (Nave Tándem- Nave taller de Maquinado) se realiza a través de la carretera que circunda el cercado perimetral y la distancia a recorrer es de 397 metros entre sus entradas principales.

2.3.3. Análisis de los factores que intervienen en la distribución en planta actual.

Para estudiar la distribución en planta actual en la UEB DIP Guillermo Moncada, teniendo en cuenta los ocho factores se toman como referencia los proyectos de construcción y rehabilitación que se asumen en el año 2010. Esta decisión es posible ya que las operaciones de los restantes proyectos a ejecutar en el periodo posterior tienen similar secuencia.

Para analizar la distribución en planta actual se toma como referencia la incidencia de los ocho factores propuestos por Muther.

2.3.3.1. Material

El material es uno de los factores más importantes dentro de una distribución en planta, constituyendo en el caso analizado el tercer elemento en orden de importancia que presenta problemas, aunque el de mayor incidencia según el Pareto es el movimiento, el análisis en todo momento estará centrado en ambos, pues el movimiento puede estar enfocado al hombre, a la maquinaria y al material. El factor material en la DIP Guillermo Moncada está constituido por materias primas, material en proceso y producto terminado, los que forman parte de los proyectos a construir o rehabilitar.

El análisis de este factor se realiza a través de la descripción de cada material en cuanto a:

Productos terminados:

- el nombre
- las dimensiones
- el área que ocupa
- el peso
- cantidad a fabricar o rehabilitar

Materias primas y materiales en proceso:

- características físicas como: forma, dimensiones y peso
- cantidad a elaborar
- equipos de manipulación necesario para moverlo

La descripción se realiza primeramente para los equipos y piezas componentes de cada equipo o proyecto a asumir y posteriormente se muestran las materias primas y materiales en proceso, pues ellas se desagregan a partir de los proyectos. Ver Anexo D y E

Las características descritas en cada caso se seleccionan teniendo en cuenta aquellas que inciden más en la distribución en planta, para ello el equipo de investigación formula una

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

técnica que le permite clasificar los productos y materias primas por su grado de dificultad para operar en los puestos a través del proceso de producción que forman la distribución en planta.

El grado de dificultad de los materiales para operar se define como la unión de dos o más características físicas en un mismo material y que inciden significativamente en la distribución en planta durante la realización de las operaciones en el proceso de producción.

Para aplicar la técnica se seleccionan las características más relevantes y se evalúan en una escala del 1 al 5, donde 5 y 4 son de alta dificultad para el proceso, la puntuación 3 de mediana dificultad y 2 y 1 baja dificultad. Ver Tabla 2.6.

Proyectos	Evaluación peso				Evaluación tamaño			
1. Const. Pernos anclaje, tuercas y platinas			2				2	
2. Const. De calentadores de guarapo.	4				5			
3. Rehabilitac.bancazos. trans. baja	4					3		
4. Const. Canoas de lubric. Y tapacetes			1			3		
5.Rehabilitación piñón y eje alta		3					2	
6. Rehabilitación pedestales de alta			2				2	
7. Rehabilitación Catalinas	5				5			
8.Rehabilitación Ejes catalinas		3				3		
9. Rehabilitación Pedestal de baja			2				2	
10. Rehabilitación de naves	4				5			
11. Rehabilitación transmisión Alta (reductores David Brown)	5				5			
12. Const. Tanques alto vacío		3				3		
13. Rehabilit. Calandrias evaporador	5				5			
14. Rehabilitación. fondo evaporador	4					4		
15.Construcción separador centrifugo			2				2	
16. Construc. Cono separador			2				2	

17. Construc. Plataforma báscula		4				5				
18. Rehabilitación Filtro rotatorio	5					5				

Tabla 2.6. Evaluación de las características de peso y tamaño.

Después de evaluado cada material se ubica en la matriz grado de dificultad del material, ubicándose por las abscisas la incidencia de las dimensiones o tamaño del material y por las ordenadas el peso del material.

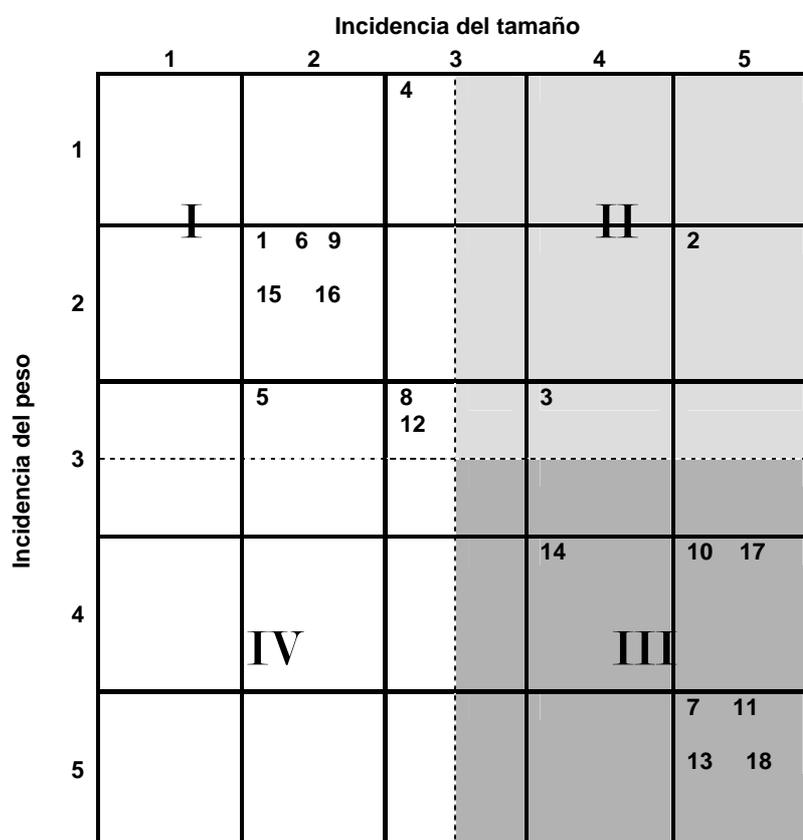


Gráfico 2.7 Matriz de grado de dificultad del material. Elaboración Propia.

Una vez realizado el análisis se resume que los materiales y productos que tienen una alta incidencia para la distribución en planta fundamentalmente en el elemento espacio son los que aparecen en los cuadrantes tercero y segundo en ese orden. El tercer cuadrante agrupa las piezas que tienen mayores dimensiones y peso. El segundo agrupa aquellas

piezas donde las dimensiones son significativas a pesar de que el peso no juega un papel decisivo en la identificación del grado de dificultad.

2.3.3.2. Hombre

El factor Hombre en la UEB DIP Guillermo Moncada está integrado por una plantilla de 79 trabajadores, lo cual ya ha sido reflejado en la caracterización. De ellos directos a la producción son 49, los cuales están distribuidos por brigadas. Ver figura 2.3.

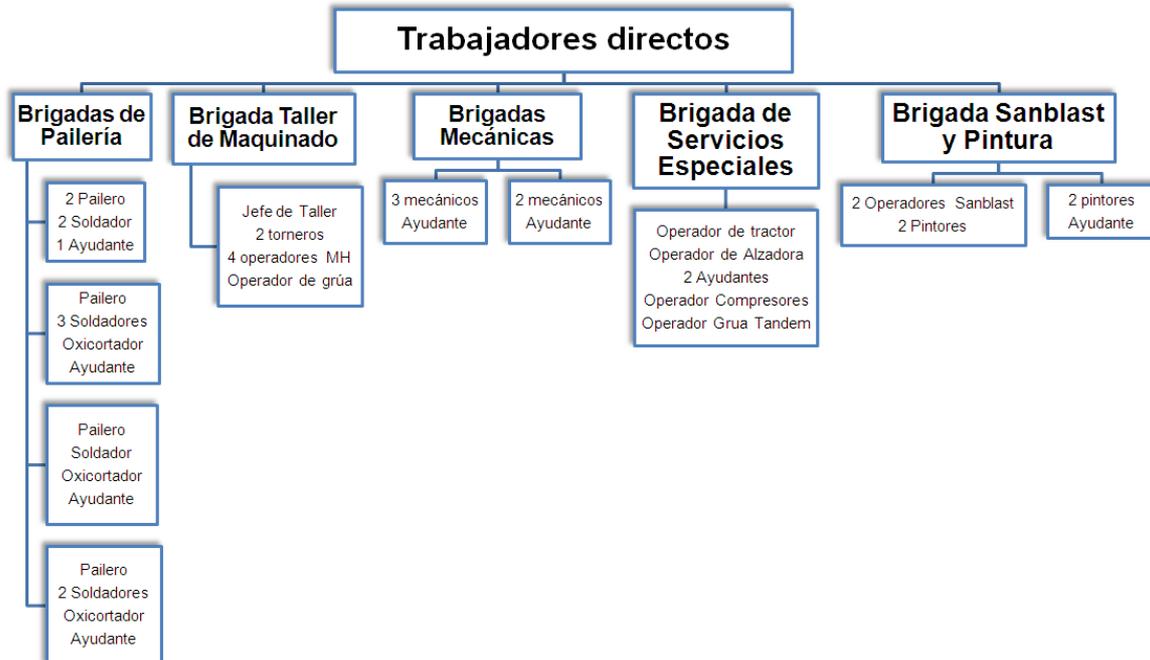


Figura 2.3. Plantilla de trabajadores directos a la producción

Cuando se analiza el hombre como recurso más importante del proceso de producción, es necesario tener en cuenta elementos como las condiciones laborales, la organización del trabajo, entre otros.

Las condiciones laborales en la UEB DIP Guillermo Moncada se ven afectadas fundamentalmente por el constante ruido que emiten las máquinas fundamentalmente las máquinas porta discos manuales, aunque si bien es cierto que los obreros que laboran con ellas poseen los equipos de protección adecuados, como los protectores contra ruido, otros trabajadores que operan otras máquinas ubicadas cercanas a esa área como los soldadores, están sometidos a altos y constantes decibeles de ruido.

Uno de los elementos importantes en cualquiera instalación productiva y/o de servicio es la iluminación y la ventilación. En los talleres de la DIP que se analizan no existen problemas

con la iluminación, existen tanto iluminación artificial como natural, predominando esta última, pues los talleres son techados abiertos. Igual sucede con la ventilación.

Existen otras insatisfacciones referidas a la distribución espacial según muestra la figura 2.4 como es la colocación de materiales y equipos en el suelo en esperas de rehabilitación, otros almacenados, existen amontonamiento cercano a puestos de trabajo, obstaculizando pasillos o ubicados en áreas no reconocidas como almacén, esta situación crea malestar e incide psicológicamente en la motivación del trabajador durante la ejecución de las operaciones que debe realizar.



Figura 2.4. Imagen que demuestra desorganización

En algunos casos como es en una de las áreas de pailería, el trabajador opera muy cercano a otra área donde se almacenan piezas de grandes dimensiones y almacenadas además de forma desorganizada, esto provoca que en ocasiones se vean hasta cierto punto limitados sus movimientos durante la operación que esté realizando. También en alguna medida constituye un riesgo de accidente labora.

2.3.3.3. Maquinaria

El factor maquinaria es importante también, pues define sobre todo, los espacios necesarios que ocupa cada maquinaria o equipo y el total de ellas, así como el espacio que queda

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

disponible para operar el material, para alimentar y extraer el material a transformar de la máquina.

A continuación en la tabla 2.8 se muestra la relación de equipos existentes en la UEB DIP Guillermo Moncada, así como sus características, haciendo especial énfasis en las dimensiones de cada uno y cantidad, pues ambas definen espacio ocupado por cada área o taller.

Taller maquinado

Equipos	Cantidad	Nacionalidad	Dimensiones	Requisitos
Máquina porta disco neumática	3	España 2008		
Torno perforador	1	USA 1951	1905x1050x1400	
Torno Universal()	1	URSS	2005x1300x800	Ocioso
Torno Universal	1	URSS 1977	4850x1180x1220	
Torno Universal	1	USA	7230x1600x2100	Ocioso
Recortador	1	USSR 1966	2700x1500x1700	
Taladro Radial	1	USSR	3000x2430x1000	
Taladro de columna	1	USSR	3000x900x1100	
Segueta mecánica	1	USSR	1400x600x1200	
Roleadora		URSS	2000x3000	
Esmeriladora		URSS	1050 x 800x1200	
Diferenciales manuales	4			

Tabla 2.8 Relación de equipos y maquinas herramientas.

Actualmente, el área total ocupada por los equipos es de 90 % para el taller de Nave Tándem y 75 % para el taller de Maquinado.

Una de las deficiencias que tiene la distribución en planta actual radica en los espacios ocupados por equipos inactivos, un caso concreto es en el taller de maquinados que existen dos equipos inactivos, los que ocupan un área del espacio de 64 m² el cual limita las operaciones contiguas, como en el caso del torno vertical y cepillo longitudinal que interfieren en las operaciones de Pailería 1 y la máquina Roleadora.

La ubicación de los equipos generalmente es inclinada con respecto al pasillo, de acuerdo a las normas de instalación de los mismos, por razones de efectividad en la alimentación y evacuación de los materiales, entre otras.

De forma general las máquinas no responden de manera óptima a la secuencia, teniendo en cuenta que esta instalación no fue proyectada para cumplir con el proceso de rehabilitación y construcción de equipos de centrales azucareros, sino fue concebida para la reparación y mantenimiento de piezas y equipos de la industria azucarera. También, es el caso del área de *Sanblast* y Pintura que son operaciones que se agregaron a las que existían, teniendo que crear entonces un área para ellas, ubicándose en otro taller como muestra la distribución en planta del **Anexo F**. Esto trae consigo las grandes distancias que recorren los materiales y también los medios de manipulación, al transportar esas piezas hacia esos puestos de trabajo. Esta deficiencia de la distribución en planta hace que se incumplan principios del movimiento de los materiales, como son el de simplificación de los movimientos, sistematización, entre otros.

2.3.3.4. Movimiento

Este factor es de gran importancia sobre todo si se tiene en cuenta que las manipulaciones no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que tratar que sean mínimas y que su realización se combinen en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se eliminen de los movimientos innecesarios y antieconómicos.

El estudio del movimiento parte del análisis de la secuencia que describen los proyectos 2010 durante su elaboración. Antes de comenzar el análisis fue preciso elaborar las representaciones de los diagramas de flujos, pues en la UEB DIP no existen actualmente.

Los diagramas de flujo aparecen en el Anexo G

Para analizar el movimiento centrado en el material se aplica la técnica conocida como diagrama de recorrido. En este diagrama se representan las distancias recorridas por el

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

material, así como el tiempo que demoran los recorridos. Se toman como referencia 18 proyectos pertenecientes al año actual. Ver Anexo H.

Para mostrar con más claridad, los recorridos realizados se representan en el diagrama en planta actual, teniendo en cuenta la disposición de las áreas e instalaciones.

El resultado de la aplicación de ambas técnicas refleja que en el proceso existen recorridos innecesarios, el material que recorre distancias significativamente largas, retrocesos constantes, así como el equipo de manipulación que se utiliza en este caso una carreta industrial (Tractor). El recorrido de este último representa además gastos de combustible. Ver anexo I. (Recorridos reflejados en la DP)

Los resultados totales de la distancia recorrida y el tiempo utilizado por cada uno de los proyectos aparecen en la tabla: 2.9.

Proyectos y componentes	Distancia recorrida	Tiempo invertido
Const. Pernos anclaje, tuercas y platinas	2892	215.0
Const. De calentadores de guarapo.	147510	10365.1
Rehabilitac.bancazos. trans. baja	2100	925.9
Const. Canoas de lubric. Y tapacetes	11724	1180.5
Rehabilitación piñón y eje alta	6240	730,6
Rehabilitación .pedestales de alta	1860	1117.2
Rehabilit. Catalinas	990	666.5
Rehabilit. Pedestal de baja	3396	427.9
Rehabilit. de naves	3972	434.4
Rehabilit. Transmisión. Alta (reductores David Brown)	930	378.
Const. Tanques alto vacío	12020	1092.5
Rehabilit. Calandrias evaporador.	696	9051
Rehabilit. fondo evaporador	7983	645,8
Construcción. separador centrifugo	5826	421.1
Const. Cono separador	3006	141.3
Const. Plataforma báscula	1056	141.3

Rehabilitación de .Filtro rotatorio para cachaza	15866	1405.7
Total	223351	18451.5

Tabla 2.9. Distancias Recorridas Y tiempos utilizados por procesos en al distribución en planta actual.

Medición de la distancia.

Antes de abordar las técnicas presentadas en la bibliografía para la resolución de un problema de distribución en planta se hace necesario determinar la forma en que se medirá la distancia entre ellos una vez ubicados, y la forma de las áreas asignadas a cada actividad.

La mayor parte de los criterios empleados en la evaluación de la calidad de una solución determinada utiliza la distancia entre las diferentes actividades de una forma u otra.

Por ejemplo: es muy habitual emplear la \sum del flujo entre cada par de actividades multiplicando por la distancia entre ellas.

Por otra parte para establecer cualquier tipo de distribución geométrica al área asignada a cada actividad es necesario poseer una manera de medir dicha forma.

Métricas de distancia.

En algunos planteamientos las funciones evaluadoras miden únicamente la adyacencia entre actividades es decir que las actividades que así lo requieran posean una frontera en común, aunque lo más habitual es medir si la disposición de las actividades es adecuada en base a la distancia a la que han de ser ubicadas.

Las métricas más frecuentemente empleadas miden las distancias entre los centroides de las áreas asignadas a la actividad. Esta es una simplificación debida a que la localización de los puntos de recepción y expedición de materiales en cada actividad, son desconocidas hasta que no se determina la distribución detallada y escogida de los sistemas de transporte de materiales. “El centroide representa en estos modelos tanto el punto de recepción como de expedición del flujo de materiales entre áreas (Diego Mas, 2006).

En la tesis antes mencionada el autor hace referencia a las métricas más extendidas para el cálculo de las distancias entre dos puntos i y j tales como:

- ◆ Euclídeas
- ◆ Euclídeas cuadrática
- ◆ Manhattan
- ◆ Tchebychev
- ◆ Entorno lateral

◆ Adyacencia.

La métrica Tchebychev: considera la distancia, como la mayor de las distancias verticales y horizontales entre los centroides de las actividades y representa como:

$$D(ij) = \text{Max}(|X_i - X_j| |Y_i - Y_j|)$$

Con esta métrica el tiempo de transporte entre dos actividades será el que se tarde en recorrer la componente más larga (horizontal o vertical) es aplicable a grúas puente de motores independientes en dos direcciones.

La métrica del entorno lateral: se calcula como el recorrido que debe realizar el material entre dos actividades a lo largo de pasillos que rodean las actividades existentes. Es apropiado para carretillas y vehículos autoguiados. Se expresa como:

$$D(ij) = \sum \text{de las longitudes de los segmentos.}$$

Cuando se analizan las características de las áreas principales asignadas al proceso de construcción y rehabilitación de la UEB DIP Guillermo Moncada estas se pueden clasificar en dos tipos atendiendo a la forma de medir las distancias entre los puestos o áreas de trabajo:

1. Las distancias entre dos puntos dentro del área de las naves.
2. La distancia entre las puertas de entrada de una nave y la otra.

En el primer caso como existen grúas viajeras que recorren la totalidad del área de las naves, que mueven el material en dirección vertical y horizontal (Longitudinal y transversalmente) o combinando estos movimientos. Se determina que la distancia vertical máxima entre el punto (i), nivel 0 y la altura máxima que puede alcanzar el gancho de las grúas en ambos talleres puede ser a lo sumo:

-Para nave Tándem = 15m

-Para nave taller Maquinado = 10 m

A estas distancias verticales se le resta la altura del material a trasladar y la longitud que ocupa el cable de izaje.

Por lo antes expuesto se asume la distancia que une a los centroides entre dos puntos como la recta horizontal que los une y esta se considera la distancia entre ambos.

En el segundo caso. Las naves de Tándem y taller de maquinado se encuentran diametralmente opuestas y separadas entre si por otras naves como aparece reflejado en el anexo C. Existe comunicación entre ellas por el camino mínimo solo a través de pasillos retorcidos y estrechos que permite el paso de trabajadores caminando, pero no es posible actualmente habilitar un acceso a vehículos motorizados.

Por esta razón es necesario realizar los traslados de material entre una y otra nave a través de la carretera que bordea el cercado perimetral.

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

En este caso se aplica la métrica del contorno lateral que suma las distancias de los segmentos que unen las puertas de los dos talleres o naves. Con los resultados de estos cálculos combinados se construye la tabla de distancias expresadas en metros entre los diferentes puestos que aparecen en el anexo J

Cálculo del tiempo utilizado para el movimiento de materiales

Los medios utilizados para el traslado de materiales entre los puestos de trabajo de la UEB DIP Guillermo Moncada son:

- ◆ Traslado manual
- ◆ Traslado con carretilla
- ◆ Traslado con tractor y remolque
- ◆ Traslado con tractor alzadora
- ◆ Traslado con grúa montada sobre gomas
- ◆ Traslado con grúa viajera montada en naves

Para determinar el tiempo utilizado por los diferentes medios se utiliza la técnica de observación visual y cronometraje de los tiempos empleados en los traslados, promediando el resultado de las diferentes mediciones.

Datos recopilados para el cálculo del tiempo .

Medio de transportación:

1) Tractor Yunz 6M con remolque.

Velocidad máxima 20 Km./h

Velocidad con carga realizando giros 5 Km./h

El medio necesita 1 minuto para recorrer 83.3 metros

2) Grúa viajera de 32 TON (Tándem)

El medio emplea 0.15 minutos/metro

3) Grúa viajera de 10 TON (Taller Máq.)

El medio emplea 0.10 minuto/metro

4) Carretilla de rueda de goma

El medio se mueve a una velocidad de 19 m/minutos

Medios de carga y descarga

Tiempo empleado en carga manual (Variable, dependiendo de peso, volumen y distancia a recorrer)

Tiempo empleado en carga con alzadora (8 minutos)

Tiempo empleado en carga con grúa viajera (12 minutos)

Tiempo empleado en carga con grúa montada sobre gomas (20 Minutos, incluido el emplazamiento)

$T = \text{distancia entre centroides} / \text{velocidad del medio} + \sum \text{tiempos utilizados para carga y descarga.}$

Ejemplo de cálculo de tiempo empleado

Proceso: Construcción de tanques de alto y bajo vacío.

Actividad: Traslado de rectángulo de 3800x2200x8 desde área de Pailería 2 ubicada en nave Tándem a máquina de rolear planchas ubicado en taller de maquinado para conformar el cilindro o cuerpo del tanque.

Distancia entre las áreas de trabajo antes mencionadas 411m (cálculo de las métricas).

Tiempo empleado en el movimiento = Tiempo de recorrido + Tiempo de Carga + Tiempo de descarga.

Tiempo de recorrido = $\frac{\text{Distancia entre las áreas}}$

$\frac{\text{Velocidad del Tractor con remolque cargado}}$

Tiempo recorrido = $\frac{411 \text{ metros}}{83.3 \text{ metros/minutos}} = 4.93 \text{ minutos.}$

83.3 metros/minutos

Tiempo empleado en la carga = Tiempo utilizado para mover la grúa a posición de ubicación del material o equipo (carga) + Tiempo utilizado en colocar el cable de izaje en el punto u oreja de izaje + Tiempo utilizado para desplazar (Vertical y Horizontal) la carga hasta el medio de transportación + Tiempo empleado para quitar los cables y asegurar la carga sobre el medio de transportación. = 12 minutos.

Tiempo empleado en la descarga se considera similar al tiempo de carga.

Tiempo utilizado en el movimiento = 28.93 minutos.

2.3.3.5. Espera. Almacenamiento.

El factor espera en la UEB DIP como en muchas organizaciones empresariales de producción, se realiza de dos formas: cuando la materia prima o producto en proceso, espera momentáneamente en una de las áreas de producción y cuando el material espera en áreas determinadas, concebidas para almacenamiento. En ambos casos están justificadas por una economía y servicio a la producción.

Específicamente, durante el proceso de rehabilitación y construcción de equipos existen varias esperas. Las áreas de espera en el proceso de producción, tienen lugar fundamentalmente en las operaciones de rehabilitación de proyectos que requieren ensamblaje, siendo ubicado al lado del puesto los producto en proceso, que en ocasiones se

colocan en áreas libres que no interfieren otro movimiento, pero otras en ocasiones se ubican en pasillos o en lugares que pertenecen a área de otra operación,



Figura 2.5 Esperas en áreas de producción

Una espera significativa en el proceso es la que ocurre después de la operación de pintura, el secado, el cual se realiza en un área definida

Actualmente el almacenamiento de la DIP se realiza en:

- a cielo abierto.
- almacenes techados

A continuación se muestran las características de los almacenes y del almacenamiento.

El almacén a cielo abierto está localizado en el área, ocupa un área de, a una distancia de 25 m de la entrada principal de la nave del Tándem, en el se almacenan sobre: de alas superiores a 75 mm y Ubicadas sobre plataformas de hormigón fundido se depositan los atados de planchas de diferente espesor y tubos entre 3 y 8'' (76 y 204 Mm.) de diámetro.

Para almacenar los equipos terminados (en espera de embarque) está designada el área para almacenamiento de equipos terminados 2, con una superficie de 400 m², localizada entre el edificio de oficina y el taller de locomotoras.

El almacenamiento en áreas techadas se divide según sus características en dos tipos:

- a) Almacén techado abierto.
- b) Almacén techado cerrado.

El primero ocupa el área bajo la nave del tándem y su ubicación no está definida exactamente, en el se depositan materiales pesados, tubos con dimensiones superiores a 10 " de diámetro, equipos en espera de rehabilitación y equipos rehabilitados en espera de embarque, existe además un área techada abierta que se identifica como romana Ffcc. Por el uso anterior de la instalación, que se utiliza para almacenar la Granalla nueva o recuperada, que se deposita sobre el piso de cemento y tiene una capacidad de 10 m³, esta área se encuentra a 15 m del área de *Sanblast*.

Almacenes cerrados techados. Existen 4 instalaciones para almacenar materiales e insumos en áreas cerradas:

1. Almacén general. Ubicado en el edificio del mismo nombre, en el se depositan insumos de pesos, dimensiones menores y mayor riesgo de extravío, como: electrodos para soldar en cuarto estufa, discos de corte, útiles de taller. Etc. En esta área se encuentra además el pañol de herramientas. El área total del almacén ocupa un área de 32 m² y los recursos se colocan sobre estantes metálicos o de madera.
2. Almacén de pinturas y disolventes. En el se depositan sobre estantes metálicos los recipientes con pintura, disolventes y otros insumos, ocupa un área de 48 m².
3. Almacén para fluses. Tiene un área de almacenamiento de 20 m² y se depositan sobre estantes o jaulas metálicas los tubos de cobre o aceros inoxidable, nuevos o recuperados que se utilizarán en los equipos de intercambio calórico. Se localiza al igual que el almacén de pinturas en el área nave de evaporación.
4. Almacén para tubos y perfiles menores recuperados. Se encuentra en un local aledaño a nave tándem, con un área de 40 m², utilizado para almacenar tubos y perfiles (angulares, vigas I, vigas canal. etc.) que se desmontan del ingenio paralizado y son recuperados para uso de la rehabilitación.

En el anexo F se representa la localización de los almacenes antes mencionados.

El almacenamiento de los materiales se realiza en diferentes almacenes, esta situación no es positiva para la empresa desde diferentes puntos de vistas, primero según los requerimientos de control los almacenes deben concentrarse en la menor cantidad de puntos, teniendo en cuenta su clasificación de materias primas, material en proceso y productos terminados, no es conveniente en lo absoluto que existan diferentes materias primas en diferentes almacenes, excepto si existen materias primas que por sus características se adecuan al almacenamiento a cielo abierto.

Este fenómeno tiene sus orígenes en la utilización de una instalación ya concebida para otro proceso.

Otra deficiencia de la distribución en planta actual en cuanto a las esperas es que no existe definido un almacén para las piezas terminadas, estando almacenados pasillos, dentro de las áreas que ocupan puestos de trabajo y algunos a cielo abierto, pero sin delimitación de que esa sea un área de almacenamiento.

2.3.3.6. Edificio.

La consideración del edificio es un factor fundamental en el diseño de la distribución en planta, sin embargo la influencia del mismo será mayor si el edificio ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, la disposición espacial y demás características de la instalación se presenta como una limitación a la propia distribución del resto de los factores.

En este caso lo que resta es tratar de mejorar algunos factores que la propia instalación ha afectado.

El edificio de la UEB DIP Guillermo Moncada como se ha explicado anteriormente, fue concebido para otras funciones, esto ha provocado que alrededor de él existan otras naves y construcciones destinadas para otros fines, que obstaculizan el acceso directo hacia las dos naves utilizadas para la rehabilitación y construcción y sea necesario hacer recorridos extensivamente largos y frecuentes para mover el material.

En ocasiones se desaprovechan espacios muy cercanos a las naves que pudieran tenerse en cuenta para almacenamiento de productos terminados, pero no es posible por existir un drenaje de evacuación de residuos líquidos que era del central.

Interiormente las dos naves utilizadas satisfacen las necesidades de edificio para la ejecución de los proyectos, tales como:

- el piso de ambos talleres es de cemento rústico que se mantiene en buenas condiciones,
- desde el punto de vista estructural una de las naves (Maquinado) es cerrada con paredes de cemento y techo de zinc acanalado. El otro taller (Tándem) es una nave abierta techada, con similares características a las de la otra nave.
- Las ventanas en el caso de la nave cerrada están constituidas por rejas a todo lo largo, existen dos puertas y de los trabajadores. . La puerta para el acceso de los materiales es de hojas y tiene tamaño suficiente para permitir la entrada del medio de transporte que mueve las piezas y materiales de grandes dimensiones y peso. La otra puesta es la de entrada de los trabajadores al taller.

- Los pasillos concebidos tienen suficiente espacio para permitir el movimiento de los materiales a través de la planta.

2.3.3.7 Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta determinada. Para su análisis es preciso enfocarlo a los elementos del proceso, el servicio a la fuerza de trabajo, al material y a la maquinaria.

Las áreas de servicios auxiliares relacionada con el hombre, en la DIP existen, pueden relacionarse los servicios sanitarios, los estantes de cada trabajador, ubicados en los talleres, donde guardan su ropa de trabajo, así como los medios de seguridad y protección y de trabajo.

Existen además, áreas para comedor y cafetería.

Lo relativos a la maquinaria como el mantenimiento, no siempre se cumple como pudiera. El tipo de mantenimiento que se aplica a los equipos es contra avería y en la mayoría de los casos se efectúa en el mismo lugar donde está enclavado el equipo, por lo que está concebido en el espacio de que dispone cada puesto.

Relacionada también con los servicios auxiliares están la materiales sobre todo en cuanto a su seguridad e integridad, que para ello está el almacenamiento. De almacenes ya se aborda en el epígrafe espera.

La inspección es otro de los servicios que se brinda a los materiales. Con gran frecuencia el espacio dedicado a labores no productivas es considerado un gasto innecesario, aunque este de tipo de servicios de apoyo es esencial para la buena ejecución de la actividad principal. La ubicación del área de control de la calidad radica en la oficina general mostradas en la distribución en planta actual.

2.3.3.8. Cambio

Es fundamental tener en cuenta las posibles ampliaciones futuras de la distribución y sus distintos elementos, considerando además los cambios externos que pudieran afectarla y la necesidad de conseguir que durante la redistribución sea posible seguir realizando el proceso productivo.

Este factor tiene grandes limitantes en la DIP, pues no es posible prever cambios en una instalación prevista para otros fines, que de hecho no cumple con todos los requerimientos

para la distribución existente. Los posibles cambios no pueden tener la intención futura, sino inmediata.

El análisis de todos estos factores que inciden y están presentes en cualquier distribución en planta, se encuentran interrelacionados entre sí y no se dan de manera aisladas, sino que uno complementa a los demás.

2.4 Valoración del cumplimiento de los principios de distribución en planta en la instalación actual.

- **Principio de la integración de conjunto**

Este principio en la distribución en planta actual de la DIP no se cumple totalmente, pues la integración de conjunto tiene sus limitantes como ya se ha venido explicando a lo largo del capítulo.

- **Principio de la mínima distancia recorrida**

Este principio se ve afectado por las distancias tan grandes que existen entre las operaciones de *Samblast* - pintura y las áreas del maquinado y otras.

- **Principio de la circulación o flujo de materiales**

No están organizadas las operaciones en consecuencia con la secuencia de operaciones para cada flujo. Aunque parezca lógico tratándose del tipo de distribución por talleres o funciones podría lograrse una mayor continuidad del flujo y eficiencia en las manipulaciones tanto del material como del hombre.

- **Principio del espacio cúbico**

Este principio se cumple pues a pesar de la altura que alcanzan ambas naves es posible aprovechar la altura, sobre todo con la utilización de la grúa puente.

- **Principio de la satisfacción y de la seguridad (confort)**

La satisfacción y seguridad de los trabajadores se ve afectada por el amontonamiento y desorganización de piezas y partes en procesos y ya terminadas, lo que afecta la motivación para acometer las operaciones productivas.

Existen áreas que aunque han sido tratadas desde el punto de vista medioambiental y su influencia en la salud del trabajador aun persisten con potencialidades reales de daño a la salud de los obreros.

- **Principio de la flexibilidad**

Es difícil cumplir este principio con una distribución ya existente y con las limitantes que presenta la instalaciones existentes, no obstante se hace un análisis en el capítulo posterior de algunas potencialidades en cuanto a la flexibilidad.

2.5. Resumen de las principales deficiencias detectadas en la distribución en planta actual de la UEB DIP Guillermo Moncada- .

- Equipos ociosos ocupando espacios en otras áreas
- Distancia recorridas excesivamente largas y con una alta frecuencia
- Almacenamientos demasiado desagregados y otros no definidos
- Amontonamiento de productos terminados y piezas esperando a rehabilitar
- Lejanía del área de *Sanblast* y pintura de las restantes
- Recorrido frecuente de la carreta, para mover piezas y equipos pesados hacia el área de mecánica.
- Ubicación cercana de las áreas de *Sanblast* y pintura, relación esta que es indeseada, pues las operaciones de la primera afecta la calidad de los objetos pintados.

Después de hacer todos los análisis en cuanto a la distribución en planta actual se concluye en este capítulo que la UEB DIP Guillermo Moncada los diversos síntomas de necesidad de mejora de su distribución son evidentes, quedando demostrado por las distancias significativamente altas que recorre el hombre y el equipo de transporte y la duración del tiempo del proceso por estas causas. Queda claro que la UEB debe enfrentar la mejora que será propuesta en el capítulo precedente.

CAPITULO III. PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ACTUAL EN LA UEB DIP GUILLERMO MONCADA.

Una vez realizado el análisis de la distribución en planta actual, lo cual ha permitido definir los principales factores que constituyen las causas que la afectan hoy en la UEB DIP Guillermo Moncada, se proponen una serie de cambios que aunque no alcancen la distribución óptima será una alternativa para la solución de dicha problemática.

3.1. Reordenación y ajustes menores en la distribución en planta actual.

La literatura refiere cuatro formas de asumir los arreglos de distribución en planta, como se explica en el capítulo I. Para la mejora del estudio que se lleva a efecto en la DIP, se adopta la reordenación de una distribución ya existente con ajustes menores. Este tipo de mejora es una de las más frecuentes y es asumida teniendo en cuenta que la instalación ya existe y tiene determinadas limitaciones ya explicadas en el capítulo anterior, las cuales resulta difícil cambiar, por tanto la mejora está encaminada a aquellas transformaciones de tipo organizativo y algunos cambios físicos que son verdaderamente objetivos de realizar.

3.2. Enfoque utilizado para la mejora de la distribución en planta actual.

Para la mejora de la distribución en planta se utiliza la secuencia lógica de la metodología del SLP propuesta por Muther.

El SLP define cuatro etapas a transitar, las que serán explicadas a continuación:

3.2.1. Fase I. Emplazamiento y ubicación.

En esta fase no se proponen mejoras ni se recomiendan cambios al ser una instalación existente.

3.2.2. Fase II. Planificación de la distribución general conjunta.

En esta etapa se concibe la planificación de la distribución general conjunta, pero antes es necesario definir los datos básicos de entrada, pues son necesarios tanto para la fase II como la III. Los datos básicos de entrada son:

Producto- Cantidad-Proceso-Servicios-Tiempo.

En el capítulo II se listan todos los materiales (materias primas, materiales en proceso, productos) en el anexo E, necesarios entonces para describir y evaluar el factor material en la

distribución espacial. En la tabla se muestra el modelo para la recopilación de los datos básicos.

Proceso	Material	Forma y dimensión (mm)	Cantidad (Unidades)	Peso por unidad (Kg)	Necesidad de medios de transporte

Tabla 3.1. Datos básicos material-cantidad-características.

La decisión de ubicar en el taller de Tándem un área con distribución por posición fija para el caso de productos de gran envergadura por sus dimensiones y volumen.

- Argumentos para ubicar en el taller de Tándem un área con distribución por posición fija.
- Cambiar actividades de pailería (1 área) del taller de Tándem al de maquinado habilitando un área para aquellas operaciones necesaria a partir de desinstalar equipos ociosos que impiden la utilización de ese espacio.
- Habilitar dos áreas de almacenamiento para los productos terminados.
- Mover el área de pintura dentro del mismo taller, para separarla de las operaciones de *Sanblast*.

3.2.2.1. Argumentos para ubicar en el taller de Tándem un área con distribución por posición fija.

Entre los proyectos a ejecutar para este año se proponen cuatro de ellos para rehabilitarse en un área de disposición fija. Estos productos son considerados de envergadura por sus dimensiones y pesos y aparecen a continuación:

- Calandria de evaporadores
- Transmisión de alta (reductores David Brown)
- Catalina módulo 36
- Bancazo

Estos productos actualmente, los que se han ejecutado ha sido bajo condiciones inadecuadas, con dificultades para la manipulación y fabricación, pues necesitan de mucho espacio.

La propuesta de ubicar estos productos en posición fija se fundamenta en que este tipo de distribución se emplea de forma general en proyectos de gran envergadura como es el caso, donde el material debe permanecer estático, debiéndose mover otros materiales necesarios y la maquinaria, como máquinas de soldar por arco eléctrico, corte oxiacetilénico, el recortador y torno perforador. Estos últimos hoy se encuentran en el taller de maquinado y es precisamente otra de los cambios a proponer.

El área que se propone a este fin es en el taller de Tándem, el cual tiene las condiciones necesarias:

- Grúa viajera de 32 toneladas de capacidad.
- Disponibilidad de red de suministro de aire a presión.
- Disponibilidad de red de agua para las pruebas hidráulicas.
- Cercanía al área de *Sanblast* y pintura, área que debe mantenerse en ese lugar.
- Cercanía al área de almacén de producto terminado que también es otras de las propuestas.

Las dos últimas son convenientes, pues es imposible mover estos productos desde otras áreas.

3.2.2.2 Argumentos para habilitar dos áreas de almacenamiento para los productos terminados.

En la propuesta de distribución se relaciona la necesidad de habilitar dos almacenes para los productos o piezas terminadas en espera de embarque.

En la actualidad los productos se almacenan en áreas no delimitadas, como áreas de pasillos, entre áreas de operaciones, etc, que trae como consecuencia amontonamientos en áreas no concebidas para ello lo que impide la manipulación adecuada de los materiales en los procesos de producción, además causa incomodidad e inseguridad para los obreros durante la ejecución de las operaciones. Un ejemplo se muestra en la figura 3.1



Figura 3.1. Área de Pailería. (Ejemplo de espera en área inadecuada)

La solución a esta deficiencia de la distribución actual está en habilitar un almacén dentro del área de la nave Tándem, específicamente en la plataforma de emplazamiento del Tándem del antiguo central azucarero. Esta decisión está fundamentada en la disponibilidad de una grúa puente necesaria para la carga y descarga de las piezas desde la operación de pintura y secado que es la última del proceso de producción, para cumplimiento al principio de circulación y de mínima distancia recorrida.

Se propone para este almacén delimitarlo con cerca de malla, el cual requiere de un estudio más detallado en su interior en posteriores investigaciones.

El otro almacén propuesto estaría ubicado en área que clasificaría en almacén a cielo abierto, para aquellos equipos que no requieran de la protección de temperatura y humedad. Estos también estarían delimitados por cerca de malla.

Este almacén se propone su ubicación entre un área disponible cercana a la nave de Tándem, que es donde se encuentran las últimas operaciones.

3.2.2.3. Argumentos para trasladar las actividades de pailería del taller de Tándem al de maquinado.

La propuesta de trasladar una de las brigadas de Pailería a la nave de maquinado creando un área para ello se fundamenta en los grandes recorridos que se realizan entre las operaciones de Pailería-actividades mecánicas-actividades de taller, debido a la ubicación

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

actual de ambas naves teniendo en cuenta que al concebir las actividades de la UEB DIP la instalación estaba creada para otros fines.

Esta decisión es posible llevarla a cabo desinstalando equipos que actualmente están ociosos ocupando espacios innecesariamente y que existen las condiciones necesarias para realizar estas operaciones.

3.2.2.4. Argumentos para mover el área de pintura dentro del mismo taller, para separarla de las operaciones de Sanblast.

Las áreas de pintura y *Sanblast* se ejecutan en el mismo taller, esto provoca según se analiza en el capítulo anterior que al realizar la operación de limpieza a los metales de las piezas a rehabilitar desprendan partículas de metal que se adhieren a la pintura en la fase de secado. Esto actualmente se ha resuelto con la planificación alterna de ejecución de ambas operaciones, lo que trae consigo retrasos en la terminación de la rehabilitación de las piezas. Se propone separar el área de pintura ubicándola en un espacio disponible dentro de la nave de Tándem hacia un área en el extremo opuesto, a unos 60 metros aproximadamente.

Después de propuestos los cambios y analizados los argumentos que sirven de sustento a ellos, se expone la distribución general conjunta que responde a la II fase de la secuencia SLP.

La distribución en planta general se muestra en la figura 3.2.

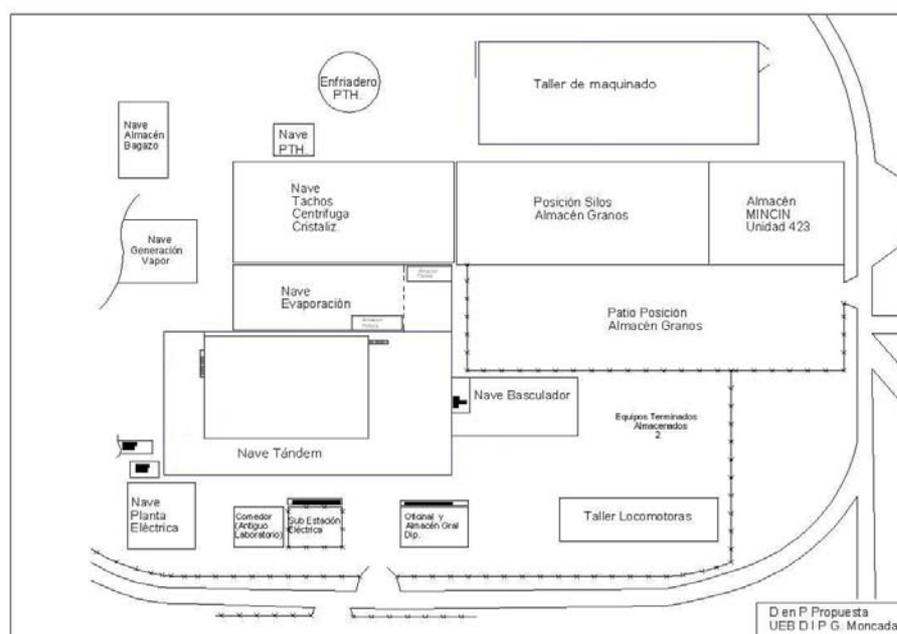


Figura 3.2 Distribución en planta general

A pesar de estar en la fase II los análisis anteriores son necesarios, pues en ocasiones cuando se evalúan distribuciones en planta las fases II y III se solapan lo quiere decir que, antes de llegar a los detalles en la fase III, es preciso haberlos tenido en cuenta ya.

3.3. Fase III. Plan detallado para la propuesta de distribución en planta en el taller de maquinado.

Esta etapa consiste en la preparación en detalle del plan de distribución en planta a proponer e incluye la secuencia que representa la figura 3.3.

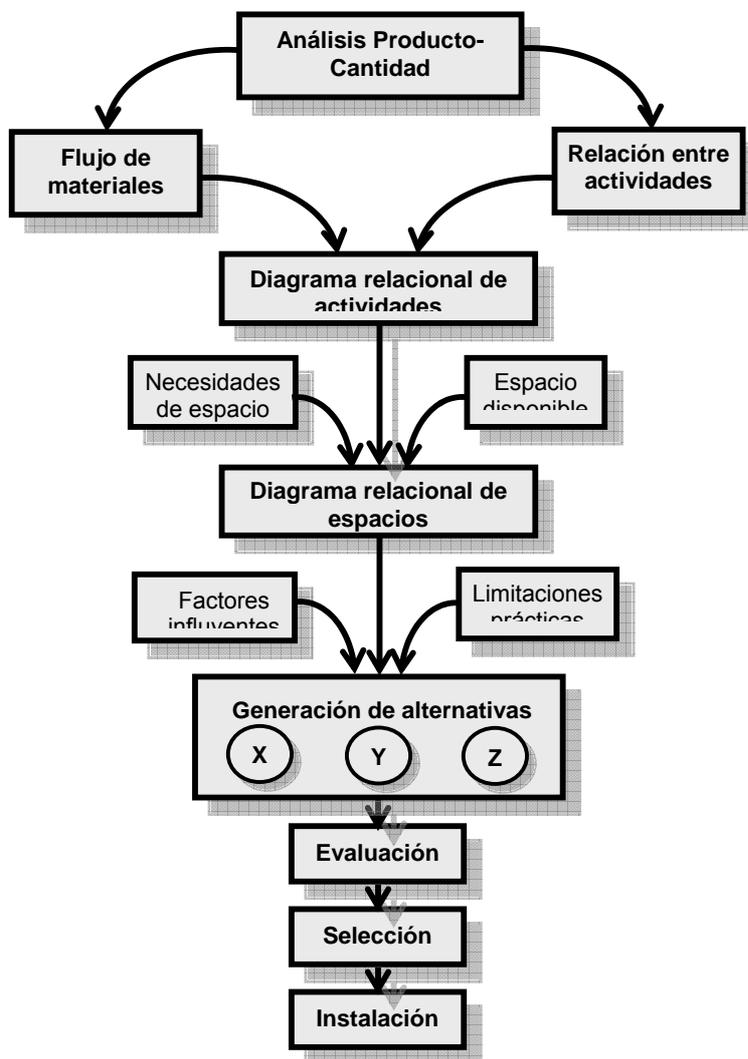


Figura3.3 Esquema del Systematic Layout Planning fuente en Aproximación a Muther (1981)

3.3.1. Análisis producto cantidad (PQ)

El primer paso de esta secuencia es el análisis de la relación producto cantidad (PQ).

En este análisis se pretende demostrar que el tipo de distribución en planta implantado es el adecuado para el proceso que se ejecuta en el taller de maquinado.

A partir de la información del taller sobre los productos a ejecutar y las cantidades a fabricar se plotean en un histograma de frecuencia. El análisis se realiza teniendo los productos o piezas a ejecutar durante todo el periodo de Rehabilitación, donde cada uno de ellos sigue una secuencia de diversas operaciones que transcurren en un tiempo significativo y para lo cual deben ejecutar varios movimientos. (Ver Anexo D

El gráfico realizado se corresponde con una distribución por proceso como refiere la bibliografía (Diego Mas), de la cual se presenta en la figura 3.4. el diagrama producto cantidad de la UEB DIP para los procesos a realizar en distribución por proceso. En el gráfico 3.5 se encuentra el diagrama que refiere la bibliografía.

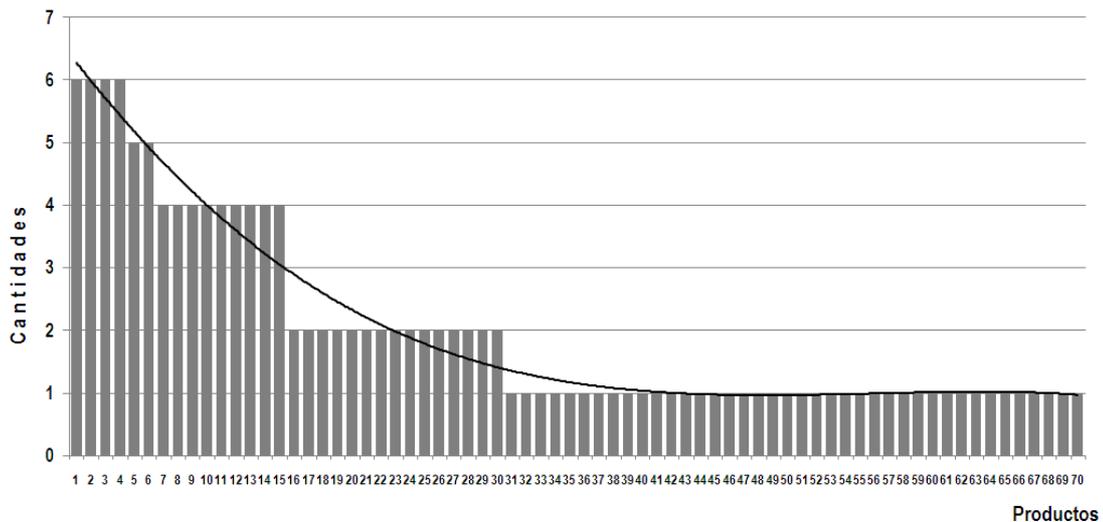


Figura 3.4. Diagrama producto-cantidad

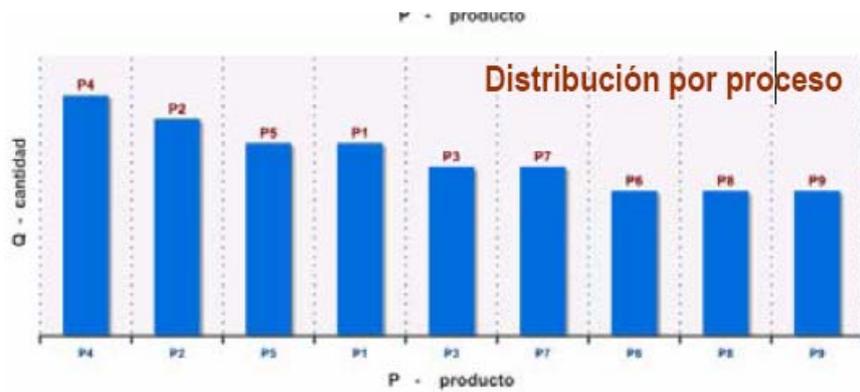


Figura 3.5. Distribución por proceso. Fuente. (Diego Mas, 2006)

De forma general la similitud entre los proyectos a ejecutar en los próximos años permite realizar el análisis teniendo en cuenta solo los del presente año, lo cual ofrece la posibilidad de éxito en la propuesta de reordenamiento de la distribución en planta realizada.

3.3.2. Análisis del flujo de materiales

En este paso se describe la secuencia de los productos a ejecutar, la cantidad de movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante el proceso.

Como en este caso hay gran variedad de productos se representan los diagramas de flujo en una tabla matricial, donde se representan tanto por las filas como por la columnas de la matriz todas las operaciones del proceso productivo, indicando en las casillas el número de veces que circula cada producto desde una operación fila hasta la operación columna.

Para realizar la tabla se seleccionan 14 proyectos, pues de los 18 que inicialmente se detallaron en el capítulo II, se excluyen cuatro que se cambiarán a posición fija.

Los resultados del análisis se muestran en la tabla 3. 2.

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

Operaciones A Operaciones Desde	Corte Oxicort	Desvaste	Soldadura	Torno Universal.	Torno Perforador	Recortador	Taladro Radial	Taladro Colum.	Segueta Mec.	Rodeadora	Sanblast.	Pintura	Carpinteria	Act. Mec.	Almacenam.	Total movim.
Corte Oxicort.	0	64	0	5		4	2	3		9	2			2		92
Desbaste	0		66	1							2					72
Soldadura	22	16		2	1		3				11		4	11		70
Torno Universal	2		4			1	4	2			1					14
Torno Perforador						2								2		4
Recortador			1	1			2	2						3		9
Taladro Radial	3	2	4	5					1							15
Taladro Columna	1	1	2			1										5
Segueta Mecánica				2												2
Roleadora	1	2	4				1									8
Sanblast.												24		6		30
Pintura	4	1	1		1								2	8	15	32
Carpinteria	1													18		19
Act. Mecánicas	8	1	5		1						14	8			3	40
Almac. Eq.Term																
Total Movimientos.	45	87	87	16	3	8	14	7	1	9	30	32	6	50	18	

Tabla 3.2. Tabla de relaciones “desde” “a”

3.3.3. Análisis de las relaciones entre actividades.

Conocido el diagrama de flujo de los productos se analizan las relaciones existentes entre áreas de trabajo para el taller de maquinado. Para ello se emplea la referida tabla matricial, o cuadro “desde”- “a” referida en el epígrafe anterior.

Una vez representados la cantidad de movimiento entre las áreas, se calcula la cantidad de

movimiento total, para lo cual se tienen en cuenta los movimientos desde una operación i hasta una operación j más los que existen desde la operación j hasta la operación i. Los resultados del análisis realizado se representan en la tabla 3.3

	Corte	Desbaste	Soldadura	Torno universal	Torno perforador.	Recortadora.	Taladro radial	Taladro columna	Segueta	Roleadora	Actividades Mecánicas
Corte oxiacetilénico	-	67	23	7	0	4	5	4	0	10	10
Desbaste		-	82	1	0	0	2	1	0	2	1
Soldadura			-	6	1	1	7	2	0	4	6
Torno universal				-	0	2	9	2	2	0	0
Torno perforador					-	2	0	0	0	0	3
Recortador						-	2	3	0	0	3
Taladro Radial							-	0	1	0	0
Taladro columna								-	0	0	0
Segueta mecánica									-	0	0
Roleadora										-	0
Actividades mecánicas											-

Tabla 3.3. Resumen de las relaciones de actividades (Total de movimientos)

3.3.3. Diagrama relacional de recorridos y/o actividades

Con la información recogida hasta el momento, referente a la cantidad de movimientos entre las áreas del taller objeto de estudio se realiza el diagrama que Muther denomina Diagrama relacional de recorridos y/o actividades.

Este diagrama es un grafo en el que las actividades son representadas por nodos unidos por líneas. Las líneas expresan la existencia de relación entre las actividades unidas, así como la intensidad de movimientos entre ellas. La intensidad de la relación queda reflejada con números junto a las líneas.

Para organizar el grafo hay que tener en cuenta que el número de cruces entre las líneas

que representan las relaciones entre las actividades sea mínimo, o por lo menos entre aquellas que representan la mayor intensidad relacional (cantidad de movimientos).

Así, se van buscando las mejores iteraciones, de esta forma, se trata de ubicar las áreas o puestos de trabajos que mayor flujo de movimientos estén lo más próximas posible, dando cumplimiento a los principios de distribución en planta de la mínima distancia recorrida y de flujo de materiales o de la circulación. .

En la construcción de la red o grafo se tienen en cuenta sobre todo aquellos productos que en la matriz grado de dificultad del material, confeccionada en epígrafe 2.3.3.1 del capítulo II, se ubican en el primer y segundo cuadrante, por ser ellos los que definen en gran medida ubicaciones con requerimientos específicos como es el caso de la grúa puente fundamentalmente.

Para construir el grafo o diagrama se realizaron las iteraciones necesarias a partir del resumen que relaciona la cantidad de movimientos entre áreas de trabajo, considerándose como elementos más importantes a tener en cuenta las áreas que tienen más de dos movimientos entre ellas. No se utiliza ningún Software de computación para llegar a la solución porque muchos de los que recomienda la bibliografía no están disponibles y otros como el ABPOM, solo admite 8 áreas de trabajo, necesitando para la solución de este trabajo al menos diez áreas.

Ver diagrama relacional de recorridos y/o actividades en la gráfico 3.5

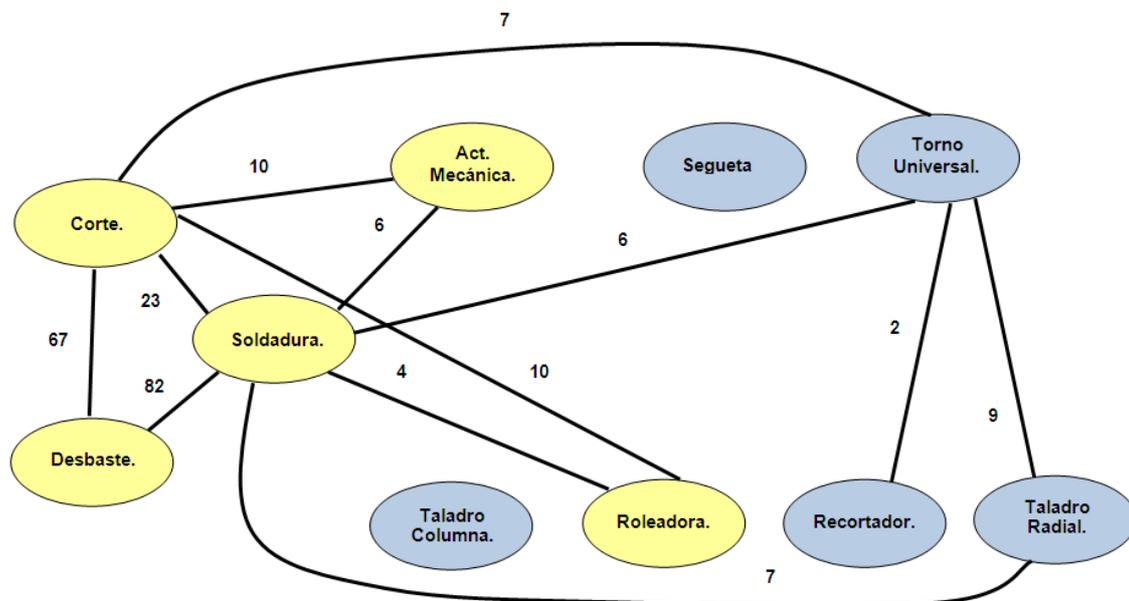


Figura 3.5. Diagrama relacional de recorridos y/o actividades

3.3.4. Determinación de la necesidad de espacio.

El diagrama relacional de recorrido y/o actividades mostrado refleja las necesidades de aproximación entre áreas de acuerdo a la intensidad de movimiento. Sin embargo, las áreas en ese caso son adimensionales.

En este paso de la secuencia SLP, se obtiene la información necesaria para determinar la necesidad de espacio y comparar con la disponible actualmente.

No existe un método general e ideal para el cálculo de la necesidad de espacio, según la bibliografía consultada, debe emplearse aquel más adecuado al nivel de detalle con el que se esté trabajando.

Por tanto, la determinación del tamaño de espacio para cada área en la propuesta de mejora para el taller de maquinado se calcula a partir de los criterios de experiencia de los especialistas y obreros del taller, de la información que se posee de las máquinas, de los materiales, etc.

Los materiales tenidos en cuenta para los cálculos son aquellos más representativos del cuarto y tercer cuadrante de la matriz de dificultad del material reflejada en el capítulo II. Ver tabla 2.7

Material	Características	
	Dimensiones (mm)	Peso (Kg.)
Plataforma p/ pesar camiones	12000x2650x450	15110
Filtro p/ extraer cachaza	6000x3500x3800	13240

Tabla 3.4. Materiales representativos tenidos en cuenta.

El cálculo de las necesidades de espacio está basado en los factores de áreas diferenciados, tomando como principal parámetro el área básica de la maquinaria y/o equipos. La expresión de cálculo es la siguiente:

$$A_{pt} = A_{bm} + A_o + A_{mr} + A_h + A_a + A_t \quad (3.1)$$

Donde:

- A_{pt} ⇒ Área del puesto de trabajo
- A_{bm} ⇒ Área básica de la máquina
- A_o ⇒ Área de operación

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

- Amr \Rightarrow Área de mantenimiento de la máquina
Ah \Rightarrow Área de almacenamiento de herramientas
Aa \Rightarrow Área para el almacenamiento de la producción
At \Rightarrow Área de transporte y manipulación

Cálculo de la necesidad para pailería 1

Datos

Máquina para soldar por arco eléctrico = 3

Máquina porta discos manual (pulidora) = 2

Equipo de corte oxiacetilénico = 2

Largo del cable para soldar (con tenaza) = 10 metros

Largo de mangueras oxiacetilénicas (con antorcha) = 10 metros

Dimensiones de la maquina (largo x ancho) = 0.770m x 0.550 m

Área de almacenamiento de herramientas = 1m²

Dimensiones de equipo de oxicorte (Largo x ancho) = 1 mx1 m

No se almacena la producción en el área de trabajo.

Área que ocupa el mayor proceso (Construcción de plataforma pesar camiones) = 36 m²

Operaciones matemáticas

Apt (Maquina de soldar 1)

Abm=0.423

$$A_o = \frac{(5.0 \text{ m})^2 \times \pi}{2} = 39.27 \text{ m}^2$$

$$A_{mr} = 1 \text{ m}^2 \text{ lado izquierdo} + 1 \text{ m}^2 \text{ lado derecho} + 1 \text{ m}^2 \text{ fondo} = 3 \text{ m}^2$$

$$A_h = 1 \text{ m}^2$$

$$A_t = \text{Área que ocupa el mayor proceso} = 36 \text{ m}^2$$

$$A_{pt} (\text{Máquina de soldar 1}) = 0.423 + 39.27 + 3.0 + 1.0 + 36.0$$

$$A_{pt} (\text{Máquina de soldar 1}) = 79.69 \text{ m}^2$$

$$A_{pt} (\text{Máquina de soldar 2}) = 79.69 \text{ m}^2 (\text{Ídem anterior.})$$

$$A_{pt} (\text{Máquina de soldar 3}) = \text{Se solapa con el área ocupada por las maquinas 1 y 2}$$

$$A_{pt} (\text{maquinas portadiscos 1 y 2}) = \text{Se solapa con el área ocupada por las maquinas 1 y 2}$$

$$A_{pt} (\text{Equipo de corte oxiacetilénico 1})$$

$$A_{bm} = 1 \text{ m}^2$$

$$A_o = \frac{(5.0 \text{ m})^2 \times \pi}{2} = 39.27 \text{ m}^2$$

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

$$Amr = 0$$

$$Ah = 1.6 \text{ m}^2$$

$$At = \text{Área que ocupa el mayor proceso} = 36 \text{ m}^2$$

$$Apt(\text{ equipo de corte oxiacetilénico 1 }) = 1.0 + 39.27 + 1.6 + 36.0$$

$$Apt(\text{ equipo de corte oxiacetilénico 1 }) = 77.87 \text{ m}^2$$

$$Apt(\text{ equipo de corte oxiacetilénico 2 }) = \text{Se solapa con el área ocupada por el equipo 1}$$

$$Apt(\text{ Pailería 1 }) = Apt(\text{Maquina de soldar 1}) + Apt(\text{Maquina de soldar 2}) + Apt(\text{Equipo corte oxiacetilénico 1})$$

$$Apt(\text{ Pailería 1 }) = 237.25 \text{ m}^2$$

$$\text{Distribución del área} = 25.24 \text{ m Largo} * 9.5 \text{ m ancho}$$

Cálculo de la necesidad de área Pailería 2

Datos

$$\text{Máquina para soldar por arco eléctrico} = 2$$

$$\text{Maquina porta discos manual (pulidora)} = 2$$

$$\text{Equipo de corte oxiacetilénico} = 1$$

$$\text{Largo del cable para soldar (con tenaza)} = 10 \text{ metros}$$

$$\text{Largo de mangueras oxiacetilénicas (con antorcha)} = 10 \text{ metros}$$

$$\text{Dimensiones de la maquina (largo x ancho)} = 0.850 \text{ m} \times 0.550 \text{ m} = 0.467 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de taquillas para almacenar herramientas} = 2.0 \text{ m}^2$$

$$\text{Dimensiones del equipo de oxicorte (largo x ancho)} = 1 \times 1 = 1 \text{ m}^2$$

No se almacenan producciones en Apt

Operaciones matemáticas

$$Apt(\text{ Maquina de soldar 1})$$

$$Abm = 0.468 \text{ m}^2$$

$$Ao = \frac{(5.0 \text{ m})^2 \times \pi}{2} = 39.27 \text{ m}^2 \quad \text{Distribución en semicircunferencia}$$

$$Amr = 1 \text{ m}^2 \text{ lado izquierdo} + 1 \text{ m}^2 \text{ lado derecho} + 1 \text{ m}^2 \text{ fondo} = 3 \text{ m}^2$$

$$Ah = 2 \text{ m}^2$$

$$At = 18 \text{ m}^2$$

$$Aa = 18 \text{ m}^2$$

$$Apt(\text{ Maquina de soldar 1}) = 0.468 + 39.27 + 3.0 + 2.0 + 18.0 + 18.0$$

$$Apt(\text{ Maquina de soldar 1}) = 80.73 \text{ m}^2$$

$$Apt(\text{ Maquina de soldar 2}) = \text{se solapa con la máquina de soldar 1}$$

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

Apt(Equipo de corte oxiacetilénico)

$$Abm = 1 \text{ m}^2$$

$$Ao = \frac{(5.0 \text{ m})^2 \times \pi}{2} = 39.27 \text{ m}^2$$

$$Amr = 0$$

$$Ah = 1.6 \text{ m}^2$$

$$At = \text{Área que ocupa el mayor proceso} = 18 \text{ m}^2$$

$$Aa = 18 \text{ m}^2$$

$$\text{Apt(equipo de corte oxiacetilénico)} = 1.0 + 39.27 + 1.6 + 18.0 + 18.0$$

$$\text{Apt(equipo de corte oxiacetilénico)} = 77.87 \text{ m}^2$$

Apt(Maquina porta discos) = Se solapa con Apt(equipo de corte oxiacetilénico)

$$\text{Apt (Pailería 2)} = 80.73 + 77.87$$

$$\text{Apt (Pailería 2)} = 158.60 \text{ m}^2$$

Distribución del área = 16.69 m de largo x 9.5 m de ancho

Cálculo de necesidad de área mecánica 2

Apt mecánica 2

Datos

Abm = 0 Trabajo manual

$$Amr = 0$$

$$Ah = 1.8 \text{ m}^2$$

At = Área del proceso mayor .Rehabilitación de filtro para cachaza = 6.0m largo x 3.0 m ancho = 18 m²

$$Aa = \text{Área del mayor proceso} = 18 \text{ m}^2$$

Ao = Área del mayor proceso +1.5 m² alrededor del proceso

$$Ao = 18.0 + 27.0 = 45.0 \text{ m}^2$$

$$\text{APT Mecánica 2} = 45.0 + 1.8 + 18.0 + 18.0 = 82.8 \text{ m}^2$$

Distribución del área =9.77m de largo x 9.5 metros de ancho.

Necesidad de área para pasillos

La necesidad de pasillos está dada, independiente de la circulación de los trabajadores, por el espacio requerido para ubicar el medio de transportación (remolques) en el momento de carga y descarga de materiales o equipos.

Ancho máximo del remolque(cuña) = 3.0 m

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

Largo máximo del remolque = 12 m

Ancho del pasillo = Ancho máximo del remolque + 1 metro por cada lado

Ancho del pasillo = 5.0 m

El largo del pasillo para uso de los medios de transportación depende solamente del espacio necesario para ubicar el medio, como se explicó anteriormente por la disponibilidad de grúa viajera para cubrir toda la superficie de la nave.

Necesidad de área para máquina roleadora de planchas metálicas

Datos

Dimensiones de la roleadora Largo x ancho = 3.0 x 2.0 m

Dimensiones de la mayor plancha a doblar = 6.0 x 2.0 m

Amr = 1.3 m² por el extremo de ubicación de transmisiones

Operaciones matemáticas

$$Abm = 2.0 \times 3.0 = 6 \text{ m}^2$$

Ao = Largo de la plancha mayor (6.0 m) para ambos lados del centro de la máquina.

$$Ao = 12.0 \times 2.0 = 24 \text{ m}^2$$

$$Ah = 1.6 \text{ m}^2$$

$$At = \text{Solapada por } Ao$$

$$Aa = 9 \text{ m}^2$$

$$Apt \text{ roleadora} = 6.0 + 24.0 + 1.3 + 1.6 + 9.0$$

$$Apt \text{ roleadora} = 41.9 \text{ m}^2$$

Distribución del área = 12.0 m largo * 3.39 m ancho.

En la tabla 3.5 se representan las necesidades de espacios determinadas.

<i>Espacios necesarios</i>	
Pailería 1	= 237.25 m²
Pailería 2	= 158.60 m²
Mecánica 2	= 82.8 m²
Roleadora	= 41.9 m²
Pasillos	= 50.00 m²
Total	= 570.00 m²

Tabla 3.5. Espacios necesarios

3.3.5. Comparación del espacio necesario con el disponible.

Resumen de las necesidades de área para las máquinas

Área total de Nave taller= 54.0 m largo x 24.0 m ancho = 1296.0 m²

Área disponible del taller después de proponer eliminar los equipos ociosos y desmantelados = 972.0 m²

Área disponible utilizada para la reordenación de la distribución en planta propuesta:

Comparación espacio necesario-disponible	
Área total de Nave taller (largo = 54m ancho = 24 m)	1296 m ²
Área disponible sin equipos ociosos	972 m ²
Espacios necesarios	
Pailería 1 = 237.25 m ²	
Pailería 2 = 158.60 m ²	
Mecánica 2 = 82.8 m ²	
Roleadora =41.9 m ²	
Pasillos =50.00 m ²	
Total =570.00 m ²	
972 – 570 = 402 m²	

Tabla 3.6. Comparación espacio necesario-disponible

Como refleja la tabla el espacio disponible después de eliminados los equipos ociosos es mayor que el espacio necesario para llevar a cabo la propuesta.

3.3.6. Diagrama relacional de espacio

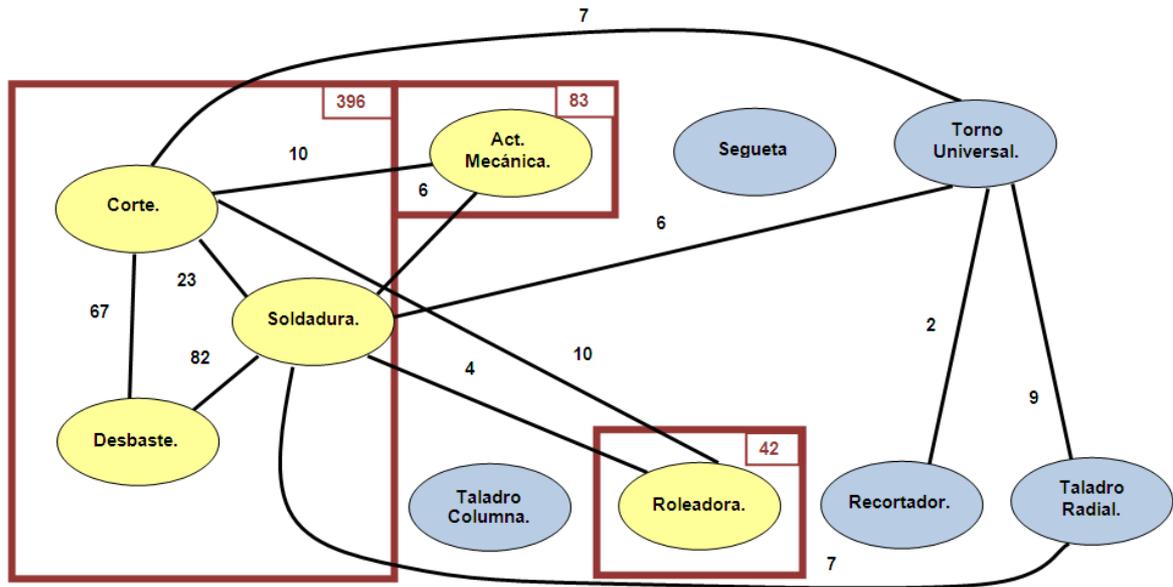


Figura 3.6 Diagrama relacional de espacio

El diagrama relacional de espacio es la representación a escala de las áreas, que forman la instalación ya con un tamaño definido. En el estudio realizado al taller de maquinado no se calcula el área a todas, pues estas no sufrirán cambios de ningún tipo.

Finalmente la distribución en planta propuesta se representa en la figura 3.7 o en el Anexo K

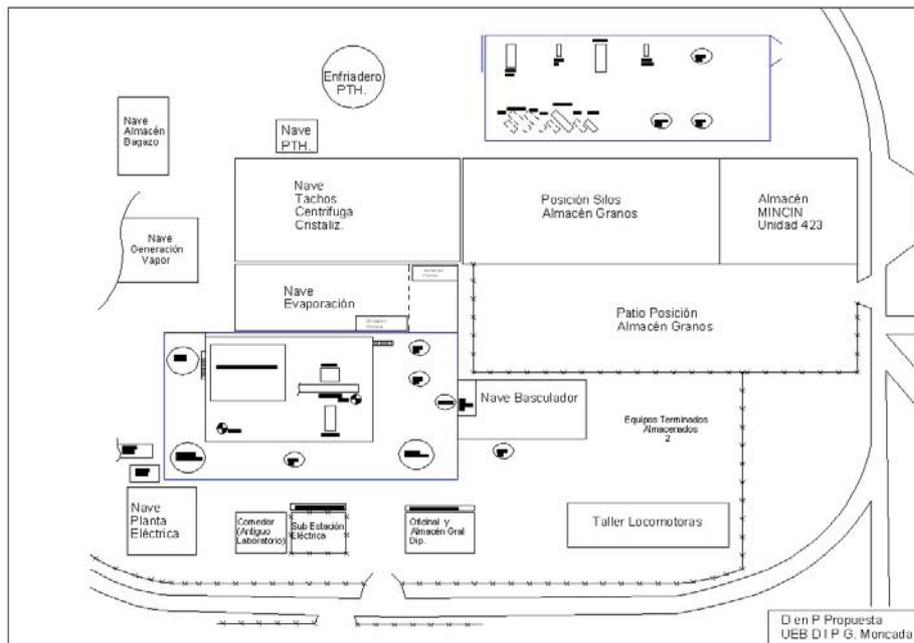


Figura 3.7. Distribución en planta propuesta.

3.3.7. Evaluación de la distribución en planta propuesta respecto a la actual.

En la tabla 3.8 se resume la cantidad de movimientos, distancia y tiempo en que se incurre en la distribución actual, así como en la propuesta y se realiza un análisis de los ahorros que representan algunos de los cambios propuestos, concluyendo así, que se obtiene una mejora de la distribución propuesta con respecto a la actual. Este planteamiento se traduce en 452 movimientos innecesarios, fundamentalmente desde el taller de maquinado al de Tándem, que era uno de los más críticos, teniendo aún reserva para el ahorro, pero imposible de obtener por la limitación de la instalación. La cantidad de movimientos eliminados significa reducir la distancia recorrida por obreros y/o equipo de transportación en 170933 metros, equivalentes en tiempo según las estimaciones realizadas a 12115 minutos. Esto es evaluado para los proyectos a ejecutar del año 2010.

3.3.7. Estimación de los gastos de la nueva distribución.

Para estimar los gastos de la nueva distribución se tienen en cuenta aquellas actividades fundamentales que se deben llevar a cabo para su implantación:

- 1- Desmontaje de equipos instalados en áreas del taller que no tienen utilidad en los proyectos actuales o futuros del proceso de construcción o rehabilitación y traslado al almacén de la Oficina Liquidadora.(Torno vertical y cepillo)
- 2- Desmontaje de máquina rodeadora de planchas que actualmente se encuentra instalada en posición que no considera las necesidades de área para el proceso de rehabilitación, traslado y montaje en la nueva posición.
- 3- Desmontaje de torno perforador y recortador 1 en taller de maquinado, traslado y montaje en estructura deslizante para realizar actividades en distribución por posición fija en nave de tándem
- 4- Limpieza y organización del área.

Los datos de los gastos a incurrir en las actividades antes mencionadas, se estiman en su mayoría, excepto aquellos que son imposibles de obtener en las informaciones de la UEB. Se consideran en la estimación de algunos gastos tomando como otras actividades realizadas en el taller similar. El trabajo a realizar se llevará a cabo solo con recursos humanos y materiales de la propia UEB DIP Guillermo Moncada.

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

Fuerza laboral	Tarifa Horaria	Tiempo utilizado(Horas)	Gasto salario por T. Horaria	Gasto total de salario
Brigada Pailería 3	6.69	30	200.70	301.04
Brigada Mecánica 2	5,47	16	87.52	131.27
Brigada Auxiliar	4,82	8	38,56	57.83
Operador de grúa	1.61	18	28.98	43.46
Total			357.76	533.60

Tabla 3.6 Gastos en salario

Materiales a utilizar

Material	Unidad de medida	Cantidad	Precio por unidad	Costo total
Oxígeno	Cilindro	2.0	10.55	21.11
Acetileno	Cilindro	0.66	33.38	22.03
Electrodo E-6013	Kg.	5.4	1.54	8.34
Disco abrasivo	U	2.0	1.23	2.46
Viga I 180	Kg.	260.8	204.57/tonelada	53.20
Plancha 16 mm	Kg.	44,24	1790.00/tonelada	79.19
Tornillo18x120mm	U	16.0	0,23	3.68

Tabla 3.7 Gastos en materiales

Total de gastos en materiales: \$ 190.01

Total de gastos a incurrir (sin incluir combustible):\$ 723.61

La UEB DIP Guillermo Moncada está en condiciones en el momento actual de asumir los gastos estimados en el análisis anterior para llevar a cabo la mejora de la distribución en planta actual, teniendo en cuenta que significan elementos significativos en la contribución del logro de la eficiencia y eficacia, además de mejorar las condiciones de trabajo del hombre factor primordial para alcanzar las metas de la UEB.

Propuesta de reordenamiento de la Distribución en Planta en la UEB DIP Guillermo Moncada

Tabla 3.8. Evaluación de la propuesta de mejora para la distribución en planta

Descripción del proyecto	Cantidad proyectos	Distribución en planta actual			Distribución en planta propuesta			Ahorros		
		Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo (Minutos)	Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo (Minutos)	Cantidad de movimientos	Distancia (m)	Tiempo (Minutos)
Pernos de anclaje, tuercas y platinas	24	9	2892	215.0	6	1518	126.5	3	1374	88.4
Calentadores	22	352	147510	10365.1	44	10032	1356.7	308	137478	9008.3
Canoas de lubricación y tapacetes	12	48	11724	1180.5	24	5736	655.1	24	5988	525.4
Piñón y eje alta	6	30	6240	730.6	18	5448	330.1	12	792	400.5
Pedestales alta	12	60	1860	1117.2	60	2024	1248	0	(164)	(130.8)
Pedestales baja	12	24	3396	429.9	18	4884	462.1	6	(1488)	(32.2)
Naves	4	20	3972	434.4	20	3972	434.4	-	-	-
Tanques alto y bajo vacío	4	40	12020	1092.5	16	3588	433.1	24	8432	659.4
Fondo de evaporador	3	21	7983	645.8	6	1464	187.7	15	6519	458.0
Separador centrifugo	3	18	5826	421.1	6	1359	151.7	12	4467	269.3
Cono separador	3	12	3006	272.4	6	1359	151.7	6	1647	120.7
Plataforma para báscula	2	4	1056	141.3	4	1056	141.3	-	-	-
Filtro para cachaza	2	66	15866	1405.7	24	9942	657.6	42	5924	748.1
Total	109	704	223351	18451.5	252	52382	6336.0	452	170969	12115.1

Nota: Los valores que aparecen entre paréntesis en color rojo no representan ahorro.

CONCLUSIONES.

El estudio realizado con la ayuda y aplicación de técnicas y herramientas permiten arribar a las conclusiones:

- La literatura técnica de los últimos años encontrada en su mayoría no muestra cambios significativos con respecto a la tradicional en el desarrollo de la distribución en planta, excepto una investigación doctoral que introduce elementos novedosos como la metaheurísticas y redes neuronales.
- La distribución en planta adoptada por la UEB DIP Guillermo Moncada, es por funciones o procesos, estando está en correspondencia con la cantidad de proyectos y productos a ejecutar, así como el volumen de producción a asumir de cada uno de ellos.
- La mayor incidencia de los factores influyentes en la distribución en planta la tienen el movimiento, el material y las esperas. El resultado de las mediciones y estudios realizados respecto a estos factores, reflejan que para ejecutar los proyectos asignados al año en curso, según la distribución actual, la distancia a recorrer se estima en 223351 m, el tiempo invertido en ello es de 307 h, lo que evidencia la necesidad de ajustar la distribución espacial existente.
- La mejora propuesta que se lleva a efecto en la DIP, responde a una reordenación de la distribución existente con ajustes menores, teniendo en cuenta que la instalación ya existe y tiene determinadas limitaciones imposibles de cambiar, por lo que los cambios propuestos están asociados fundamentalmente a la distribución en planta detallada.
- Con los cambios propuestos en la mejora de distribución en planta se logra disminuir la distancia recorrida para la ejecución de los proyectos en 76 %, que representa en tiempo un 66 %. Además, la distribución propuesta garantiza mejor organización de la producción y del trabajo en el taller.
- Los gastos a incurrir para llevar a cabo la mejora propuesta ascienden a 723.61 pesos.

RECOMENDACIONES

Al concluir el trabajo siempre existen aspectos que por disponibilidad de tiempo o no ser objetivos del mismo queda inconcluso, estas propuestas son la siguiente:

- Poner en práctica la propuesta de distribución en planta por las ventajas que puede representar para la UEB DIP en el alcance de sus metas, en función de disminuir los tiempos de recorrido que alargan el ciclo de producción, y de la organización de las áreas de trabajo.
- Realizar un estudio detallado de la distribución en planta del taller de Tándem, teniendo en cuenta el reajuste propuesto sobre la base de distribución por posición fija. Además, incluir un estudio en este taller sobre la seguridad y salud en el puesto de *Sanblast*
- Estudiar software disponible con aplicación de distribución en planta y seleccionar uno adecuado para validar los resultados de la distribución propuesta donde se incluyan además las intensidades de carga entre puestos, pues en este trabajo por ser de reajustes menores de la disposición y no adecuarse a las cantidades de puestos no se tuvo en cuenta.

BIBLIOGRAFIA:

- Apple, J. (1991). *Plant Layout and Material Handling*. Plant Layout and Material Handling.
- Aquilano, C. (1994a). *Dirección y Administración de la Producción y las Operaciones* (6° ed.). Addison-Wesley Iberoamericana.
- Aquilano, C. (1994b). *Dirección y Administración de la Producción y las Operaciones* (6° ed.). Addison-Wesley Iberoamericana.
- Colectivo de Autores. (n.d.). *Handbook of Industrial Engineering*. Revolucionaria.
- Colectivo de autores. (2007). *Localización y Distribución en Planta de instalaciones de producción y servicios*. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas.
- Colectivo de autores. (2002). Tarea Álvaro Reinoso. MINAZ.
- De Heredia, Rafael. (1995). *Dirección Integrada de Proyectos DIP Proyet Management* (2° ed.). Madrid, España.
- Del Río Cidoncha, M.G. (2008). Estudio comparativo de las estrategias para la distribución del espacio en planta en los campos de la arquitectura e ingeniería. Retrieved from <http://www.aepro.com/congreso>.
- Diego Mas, J.A. (2006). *Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos. Aportación al control de la geometría de las de las actividades*. Politécnica de Valencia.
- Domínguez Machuca, J. A. (1995). *Dirección de Operaciones*. Madrid, España: Mc Graw-Hill.
- Everett E. Adam, Jr & Ronald J. Ebert. (1991). *Administración de la Producción y las Operaciones*. Mexico: Prentice-Hall. Hispanoamericana.
- Figeroa, A, Victor. (2006). *Redimensionamiento de la industria azucarera en Cuba*. Doctoral, Habana.
- Gutiérrez Rodríguez, Morania y Ortega Segrera, Teresa. (1986). *Manipulación de Materiales*. Habana, Cuba: Enpes.

- Martínez Cantillo, Nelson M. (2008). *Propuesta de mejora del proceso productivo en el taller de ventanas. Empresa MICALUM, Cienfuegos*. Ingeniería, Cienfuegos.
- Maynard, H.B. (1985). *Manual de Ingeniería y organización Industrial*. Barcelona, España: Reverté.
- Muther, R. (1981). *Distribución en Planta* (2º ed.). Barcelona, España: Hispano Europea.
- Pérez Gosende, Pablo A. (2008). Metodologías para la resolución de problemas de distribución en planta. Universidad de Matanzas.
- Resolución 91 Proceso inversionista en Cuba. (n.d.). .
- Rodríguez García, Niurka. (1997). *Proyecto de método de trabajo y organización de la fuerza laboral en el taller T-15 de E.P.T.D.E.P.* Ingeniería, Cienfuegos.
- Santamarina, M.C. (1995). *Métodos de optimización en la generación de distribuciones en plantas industriales mediante la aplicación de algoritmos genéticos y técnicas basadas en árboles de corte*. Doctoral, Politécnica de Valencia, España.
- Scchröder, R. G. (n.d.). *Administración de Operaciones*. Mexico: Mc Graw-Hill.
- Woithe G & Hernández Pérez. (1986). *Fundamentos de la Proyección de fábricas de construcción de maquinarias*. Ciudad de la Habana, Cuba: Pueblo y Educación.

Anexo A

Tarea Técnica para planta procesadora de caña de 8000 TCPD

Área: 01 recepción y preparación de la caña

Descripción del equipo	Cant.	sm	nuevo	Observaciones
Báscula pesaje camiones	2		x	Construir plataforma
Grúa tipo hilo 25 TM	2		x	Construir estructura
Mesa alimentadora cap. 6000 TMCD	2		x	Construir estructura
Dosificador de caña	2		x	Construir estructura
Transportador elevador	1		x	Construir secciones
Nivelador de caña	1		x	Adquirir por AZUGRUP
1er juego de cuchillas	1		x	Adquirir por AZUGRUP
2do juego de cuchillas	1		x	Adquirir por AZUGRUP
Alimentador Transportador de caña	1		x	Construir estructura
Transp. Aliment. Molino desmenuzador	1		x	Construir estructura
Separador electromagnético	1		x	Adquirir por AZUGRUP
Caseta de operación, mando a distancia	1		x	Construir estructura

Tarea técnica planta procesadora de caña 8000 tcpd

Área tecnológica: 04 Naves

Descripción de la nave	Cant.	SM	Nuevo	Observaciones
1- Nave recepción de la caña(estructura)	1	X		Se compra a centrales paraliz. y rehabilita en UEB
2-Nave planta moledora	1	X		Se compra a centrales paraliz. y rehabilita en UEB
3-Nave casa de bagazo	1	X		Se compra a centrales paraliz. y rehabilita en UEB
4-Nave taller Maquinado	1	X		Se compra a centrales paraliz. y rehabilita en UEB
5-Nave productos químicos	1	X		Se compra a centrales paraliz. y rehabilita en UEB
6-Nave purificación y concentración del jugo	1	X		Se compra a centrales paraliz. y rehabilita en UEB
7-Nave almacén general	1	X		Se compra a centrales paraliz. y rehabilita en UEB
8-Nave planta eléctrica	1	X		Se compra a centrales paraliz. y rehabilita en UEB
9-Nave generación de vapor	1	X		Se compra a centrales paraliz. y rehabilita en UEB

Anexo A (Continuación)

Tarea Técnica Planta procesadora de caña 8000 TMCD.

Área: 02 Planta moledora.

Descripción del equipo	Cant.	SM	Nuevo	Observaciones
1-Molino desmenuzador Fulton inclinado	1	X		Se compra a centrales paralizados y rehabilita en UEB
2-Molino de 3 masas Fulton inclinado	5	X		Se compra a centrales paralizados y rehabilita en UEB
3-Tolva de alimentación vertical Donelly	6		X	Se construye en la UEB, AZUGRUP suministra componentes
4-Transportador intermedio	5		X	Se construye en la UEB, AZUGRUP suministra componentes
5-Caja reductora de alta David Brown	6	X		Se compra a centrales paralizados y rehabilita en UEB
6-Engranaje de baja	6	X		Se compra a centrales paralizados y rehabilita en UEB
7-Sistema de acumuladores hidroneumático	1	X		Se compra a centrales paralizados y rehabilita en UEB
8-Sistema de lubricación centralizada	1	X		Se compra a centrales paralizados y rehabilita en UEB
9- Bomba Centrif. Jugo mezclado sin colar	2		X	Se compra a través de AZUGRUP
10-Bomba Centrif. Jugo mezclado colado	2		X	Se compra a través de AZUGRUP
11-Bomba centrif. Jugo maceración	4		X	Se compra a través de AZUGRUP
12-Bomba centrif. Agua imbibición	2		X	Se compra a través de AZUGRUP
13-Colador rotatorio 450 TJPH	2	X		Se construye en la UEB, AZUGRUP suministra componentes
14-Transport. tablillas de arrastre bagacillo	1		X	Se construye en la UEB, AZUGRUP suministra componentes
15-ventilador enfriam. 1er juego cuchillas	1		X	Se compra a través de AZUGRUP
16- ventilador enfriam. 2do juego cuchillas	1		X	Se compra a través de AZUGRUP
17-Bomba centrif. Enfriamiento molinos	4		X	Se compra a través de AZUGRUP
18-Bomba enfriamiento de reductores	6	X		Se compra a centrales paralizados y rehabilita en UEB
19-Bomba centrif. para achique	1		X	Se compra a través de AZUGRUP
20-Tanque prep. Y dosificar bactericidas	1		X	Se construye en la UEB
21-Grua viajera para nave tándem 30 TON	1	X		Se rehabilita en la UEB
22-Cuarto de control Tándem	1		X	Se construye en la UEB, AZUGRUP suministra componentes
23-Torno para peinar masas	1	X		Se compra a centrales paralizados y rehabilita en UEB
24-Maquina afilar herramientas de corte	1	X		Se rehabilita en la UEB

Anexo A (continuación)

Tarea técnica planta procesadora de caña 8000 TMCD
Área Tecnológica: 03 Purificación y concentración del jugo

Descripción del equipo	Cant.	SM	Nuevo	Observaciones
1-Tanque jugo mezclado colado	1		X	Se construye en la UEB.
2-Bomba centrif. Mezclado colado a calentadores	2		X	La suministra AZUGRUP.
3-Tanque para mezcla de condensados	1		X	Se construye en la UEB.
4-Bomba centrif. Condensado a calentadores	2		X	La suministra AZUGRUP.
5-Calentador 1ra etapa jugo mezclado	4		X	Se construye en la UEB.
6-Calentador 2da etapa jugo mezclado	4		X	Se construye en la UEB.
7- Calentador 3ra etapa jugo mezclado	4		X	Se construye en la UEB.
8- Calentador 4ta etapa jugo mezclado	4		X	Se construye en la UEB.
9- Tanque flash	1		X	Se construye en la UEB.
10-Clarificador BTR de 40 pies de diámetro	1		X	Se construye en la UEB.
11-bomba centrif. Para lodos	2		X	La suministra AZUGRUP.
12- Colador para jugo clarificado	1		X	Se construye en la UEB,AZUGRUP suministra telas
13-Tanque mezclador coagulantes	1		X	Se construye en UEB, AZUGRUP suminist. Comp
14-Tanque depósito de coagulante	1		X	Se construye en la UEB
15-bomba reciproc. Dosificar coagulantes	1		X	La suministra AZUGRUP.
16-tanque vertical jugo clarificado	1		X	Se construye en la UEB
17-Calentador para jugo clarificado	4		X	Se construye en la UEB.
18-Cernidor estático para bagacillo	1		X	Se construye en la UEB.
19-Ventilador para bagacillo	2		X	Lo suministra AZUGRUP.
20-Ciclón para bagacillo	2		X	Se construye en la UEB.
21Mezclador cachaza bagacillo tipo U	1		X	Se construye en la UEB
22-Bomba centrif. Para cachaza	2		X	Lo suministra AZUGRUP
23-Filtro Rotatorio para cachaza	4	X		Se rehabilita en la UEB
24-Tanques para jugo claro y turbio	4		X	Se construye en la UEB
25-Bomba centrif. Jugo filtrado	2		X	La suministra AZUGRUP.
26-Condensador tipo cascada para filtros	4		X	Se construye en la UEB
27-Separador de arrastre para condensador	4		X	Se construye en la UEB

Anexo B – Evaluación de la lista de chequeo

FACTOR	SI	NO
1.- MATERIAL		
a) Alto porcentaje de piezas rechazadas		X
b) Grandes cantidades de piezas averiadas, estropeadas o destruidas en proceso, pero no en las operaciones productivas		X
c) Entregas interdepartamentales lentas	X	
d) Artículos voluminosos, pesados o costosos, movidos a grandes distancias.	X	
e) Material que se extravía o que pierde su identidad		X
f) Tiempo excesivamente prolongado de permanencia del material en proceso, en comparación con el tiempo real de operación	X	

FACTOR	SI	NO
2.- MAQUINARIA		
a) Maquinaria inactiva	X	
b) Muchas averías de maquinaria		X
c) Maquinaria anticuada		X
d) Equipo que causa excesiva vibración, ruido, suciedad, vapores		X
e) Equipo demasiado largo, alto, ancho o pesado para su ubicación		X
f) Maquinaria y equipo inaccesibles		

FACTOR	SI	NO
3.- HOMBRE		
a) Condiciones de trabajo poco seguras o elevada proporción de accidentes		X
b) Área que no se ajusta a los reglamentos de seguridad, de edificación o contra incendios		X
c) Quejas sobre condiciones de trabajo incómodas	X	
d) Excesiva rotación de personal		X
e) Obreros de pie, ociosos o paseando gran parte de su tiempo		X
f) Equívocos entre operarios y personal de servicios		X
g) Trabajadores calificados pasando gran parte de su tiempo realizando operaciones de servicio (mantenimiento)		X

FACTOR	SI	NO
4.- MOVIMIENTO, MANEJO DE MATERIALES		
a) Retrocesos y cruces en la circulación de los materiales	X	
b) Operarios calificados o altamente pagados realizando operaciones de manejo		X
c) Gran proporción del tiempo invertido en recoger y dejar materiales o piezas	X	
d) Frecuentes movimientos y levantamientos a mano		X
e) Frecuentes movimientos de levantamiento y traslado que implican esfuerzo		X
f) Operarios esperando a sincronizarse con el equipo de manejo	X	
g) Traslados de larga distancia y demasiado frecuentes	X	
h) Equipo de manejo inactivo y/o manipulación ocioso		X
j) Congestión en los pasillos y manejo excesivos y transferencias	X X	
k) No están definidas las áreas de trabajo por actividades, realizando múltiples actividades de carácter diferenciado. Ej.		

.cortando con oxiacetileno, soldando, esmerilando manualmente, dilatando cuerpos con calor, etc. En un área de trabajo común y reducida		
---	--	--

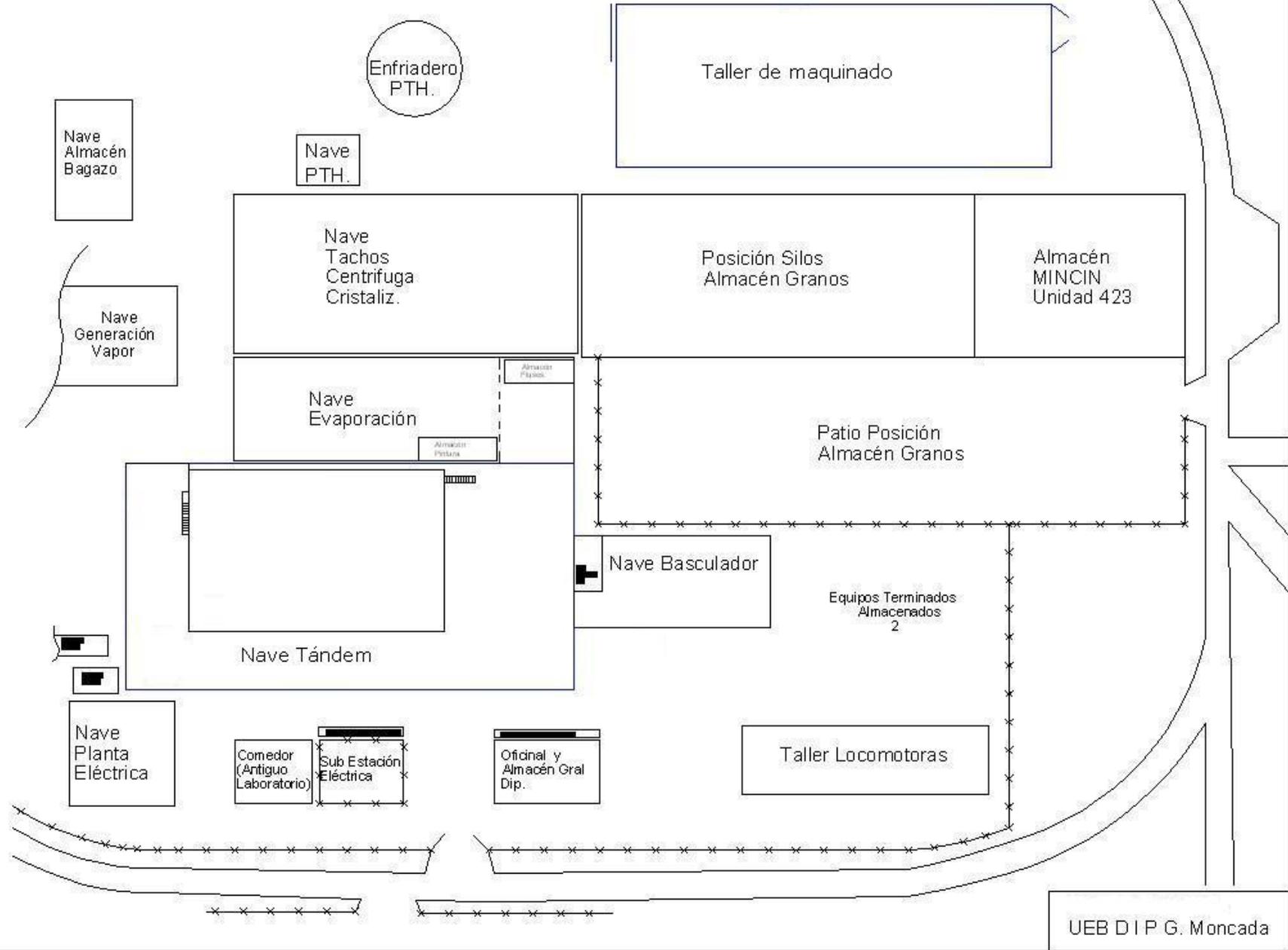
FACTOR	SI	NO
5.- ESPERA. ALMACENAMIENTO		
a) Se observan grandes cantidades de almacenamiento de todas clases	X	
b) Gran número de pilas de material en proceso esperando	X	
c) Confusión, congestión, zonas de almacenaje disformes o muelles de recepción y embarque atiborrados	X	
d) Operarios esperando material en los almacenes o en los puestos de trabajo		X
e) Poco aprovechamiento de la tercera dimensión en las áreas de almacenaje		X
f) Materiales averiados o mermados en las áreas de almacenamiento		X
g) Elementos de almacenamiento inseguros o inadecuados	X	
h) Manejo excesivo en las áreas de almacén o repetición de las operaciones de almacenamiento		X
j) Frecuentes errores en las cuentas o en los registros de existencias		X
k) Elevados costos en demoras y esperas de los conductores de carretillas		

FACTOR	SI	NO
6.- SERVICIO		
a) Personal pasando por los vestuarios, lavabos o entradas y accesos establecidos		X
b) Quejas sobre instalaciones por inadecuadas		X X X X
c) Puntos de inspección o control en lugares inadecuados		X
d) Inspectores y elementos de inspección y prueba ociosos		X X X
e) Entregas retrasadas de material a las áreas de producción		X
f) Número grande de personal empleado en la recogida de rechazos y desperdicios	X	
g) Demoras en las reparaciones		X
h) Costos de mantenimiento indebidamente altos		X
j) Líneas de servicios auxiliares que se rompen o averían frecuentemente		
k) Elevada proporción de empleados y personal de servicio en relación con los trabajadores de servicio		
l) Número excesivo de reordenaciones del equipo, precipitadas o de emergencia		
m) Trabajadores realizando sus propias ampliaciones o modificaciones en el cableado, tuberías, conductos u otras líneas de servicio.		

FACTOR	SI	NO
--------	----	----

FACTOR	SI	NO
7.- EDIFICIO		
a) Paredes u otras divisiones separando áreas con productos, operaciones o equipos similares		X
b) Abarrotamiento de los montacargas o excesiva espera de los mismos	X X X	X
d) Pasillos principales, pasos y calles, estrechos o torcidos		
e) Edificios esparcidos sin seguir ningún patrón		
f) Edificios atestados, trabajadores interfiriéndose unos en el camino de otros, almacenamiento o trabajo en los pasillos, áreas de trabajo abarrotadas, especialmente si el espacio en las áreas colindantes es abierto		
8.- CAMBIO		
a) Cambios anticipados o corrientes en el diseño del producto, materiales, producción, variedad de productos		X X
b) Cambios anticipados o corrientes en los métodos, maquinaria o equipo	X	X
c) Cambios anticipados o corrientes en el horario de trabajo, estructura de la organización, escala de pagos o clasificación del trabajo		
d) Cambios anticipados o corrientes en los elementos de movimiento y de almacenaje, servicios de apoyo a la producción.		

Anexo C Distribución al inicio del estudio



Anexo D

Análisis de características físicas de los procesos a ejecutar durante el año 2010

Descripción del proceso	Prod.total	Prod.año 2010	Forma geométrica	Vol. (m3)	Peso (Kg.)	Act. Fundamental a realizar
Const. Pernos anclaje, tuercas y platinas	24	24	Cilind.,hexagonal	0.115	98	Tornería y pintura
Const. De calentadores de guarapo.	22	22	Cilind. Vert., tres Sec. paralelas	11.365	8400	Pailería,torneado,taladrado,mandrilado y pintura
Rehabilitac.bancazos. trans. baja	12	12	Cubo	1.205	6000	Limpieza superficie,pailería,taladrado y pintura
Const. Canoas de lubric. Y tapacetes	12	12	Cilíndrica	4.541	2040	Pailería y pintura
Rehabilit.piñón y eje alta	6	6	Cilíndrica	1.950	4100	Torneado, recortado, acoplado y pint.
Rehabilit.pedestales de alta	6	6	Semi-cilíndrica	0.932	710	Limp.de superf.,pailería y pintura
Rehabilit. catalinas	6	6	Cilíndrica	4.080	12500	Perforado, recortado y pintura
Rehabilit. Ejes catalinas	6	6	Cilíndrica	0.960	1750	Torneado, recortado y pintura
Rehabilit. Pedestal de baja	6	6	Semi-cilíndrica	0.983	845	Limp. De superf., pailería y pintura
Rehabilit. de naves	9	4	Perfiles	27.010	15000	Pailería, recortado, taladrado y pintura
Rehabilit. transm. Alta (reductores David Brown)	6	4	Pirámide truncada	13.300	12000	Limp. Superf., ajuste mecánico y pint.
Const. Tanques alto vacío	4	4	Cilindro vertical	1.100	1700	Pailería. Torneado, taladrado y pint.
Rehabilit. Calandrias evap.	3	3	Cilindro vertical	51.520	38000	Pailería, mandrilado y pintura
Rehabilit. fondo evaporador	3	3	Cono truncado	13.230	7450	Pailería y pintura
Const.separador centrifugo	3	3	Cilindro vertical	1.840	0.768	Pailería y pintura
Const. Cono separador	3	3	Cono truncado	2.150	0.590	Pailería y pintura
Const. Plataforma báscula	2	2	Cubo	14.280	15000	Pailería y pintura
Rehabilit.Filtro rotatorio	4	2	Cilíndrica	67.200	13240	Pailería, torneado, ajuste mec. y pint.

Anexo. E

Descripción de las características físicas de los materiales que intervienen en los procesos de rehabilitación del año 2010.

Proceso	Material	Forma y dimensión	Peso Kg. por unid	Peso Kg. total	Cantid.	observaciones	Necesidad de medios de transporte
Construcción de pernos de anclaje, tuercas y platinas	1-Barra redonda 80mm	Largo 6000mm	263.7	527.4	2	Material 1y 2 se agrupan en un viaje	Tractor con remolque y grúa
	2-Barra hexagonal 120mm	Largo 6000mm	533	533	1	-	Tractor con remolque y grúa
	3- Plancha acero 25mm espesor	6000x1500x25	1777	3554	2	1 viaje	Tractor con remolque y grúa
	4- tornillos	Largo 600 Mm	13.31	319.5	24	Material 4,5 y 6 se agrupan en un viaje	Tractor con remolque y grúa
	5- tuercas	120 ϕ y80 alto	7.10	50.6	24		Tractor con remolque y grúa
	6- platinas	250x250mm	12.34	296.16	24		Tractor con remolque y grúa
	7-Viga canal 120	Largo 6000mm	62.4	249.6	4	Material 7 y 8 se agrupan en un viaje	Tractor con remolque y grúa
	8-Angular 75x75	Largo 6000mm	44.34	88.68	2		Tractor con remolque y grúa
	9-madera aserrada	4000x100x100	16	34	2		Traslado manual
	10-Tornillos con tuercas , platinas y guacal		1038.5	1038.5	1	1 viaje	Tractor con remolque y grúa

Anexo E Continuación

Construcción de calentadores de guarapo	1-Tubo de 20'(pulg.)	Largo 8000mm	1056	58095	55	28 viajes	Tractor con remolque y grúa
	2-Plancha de acero 25mm espesor	6000x1500x25	1773	12411	7	4 viajes	Tractor con remolque y grúa
	3-Plancha de acero 8mm espesor	6000x1500x8	568.8	2275	4	1 viaje	Tractor con remolque y grúa
	4-Platillo guía de fluses	Φ508mm	52.8	1690	32	4 viajes	Tractor con remolque y grúa
	5-Plancha de acero 16mm	6000x1500x16	81.8	2619	3	2 viajes	Tractor con remolque y grúa
	6-Platillo para bridas	Φ 649mm	65.3	17212	264	27 viajes	Tractor con remolque y grúa
	7- Bridas para tubo 508mm	Φ 640mm	59.0	15576	264	27 viajes	Tractor con remolque y grúa
	8-mocheta de tubo 508mm	Φ 532 x 400mm	50.4	6656	132	14 viajes	Tractor con remolque y grúa
	9- Tubo 204mm	Largo 10000	303.7	5163	17		Grúa
	10-tubo 304mm	Largo 10000	603.5	6133	11		Grúa
Construcción de calentadores de guarapo	1-Tubo de 20'(pulg.)	Largo 8000mm	1056	58095	55	28 viajes	Tractor con remolque y grúa
	2-Plancha de acero 25mm espesor	6000x1500x25	1773	12411	7	4 viajes	Tractor con remolque y grúa
	3-Plancha de acero 8mm espesor	6000x1500x8	568.8	2275	4	1 viaje	Tractor con remolque y grúa
	4-Platillo guía de fluses	Φ508mm	52.8	1690	32	4 viajes	Tractor con remolque y grúa
	5-Plancha de acero 16mm	6000x1500x16	81.8	2619	3	2 viajes	Tractor con remolque y grúa
	6-Platillo para bridas	Φ 649mm	65.3	17212	264	27 viajes	Tractor con remolque y grúa
	7- Bridas para tubo 508mm	Φ 640mm	59.0	15576	264	27 viajes	Tractor con remolque y grúa
	8-mocheta de tubo	Φ 532 x	50.4	6656	132	14 viajes	Tractor con remolque y

	508mm	400mm					grúa
	9- Tubo 204mm	Largo 10000	303.7	5163	17		Grúa
	10-tubo 304mm	Largo 10000	603.5	6133	11		Grúa

Anexo E Continuación

Proceso	Material	Forma y dimensión	Peso Kg. por unid	Peso Kg. total	Cantid.	observaciones	Necesidad de medios de transporte
continuación	11-tubo 254 mm	Largo 10000	504.4	4538	9		Grúa
	12-Patas de apoyo	600x600x300	79	3476	44	28 viajes	Tractor con remolque y grúa
	13-Platillos para bridas	Φ 480 mm	6.5	858	132	11 viajes	Tractor con remolque y grúa
	14-Bridas para tubo 8 y 12 ´	Φ 478 mm	5.1	674	132	6 viajes	Tractor con remolque y grúa
	13-platillo para bridas	Φ 120 mm	2.0	176	88	1 viaje	Tractor con remolque, carga manual.
	14-brida tubo 3 ´	Φ 118 mm	1.7	149	88	22 viajes	Tractor con remolque, carga manual.
	15- Calentadores		8400	184800	22	22 viajes	Tractor con remolque y grúa
Rehabilitación de bancazos tren de engrane	1-Bancazo	4000x800x400	6000	72000	12	Traslado a <i>sanblast</i>	Grúa viajera
	2-Viga canal 180	6000x180x70	97.8	1173.6	12		Grúa
	3 Bancazos con guacales		83730.6	83730.6	6	Traslado a almacén 6 viajes	Tractor con remolque y grúa
Construcción de Canoas y tapacetes para catalinas	1-Plancha de acero 8 mm	6000x1500x8	568.8	13651	24		Grúa
	2-Angular de 75x75	Largo 8000mm	77.2	926.4	12		Grúa
	3-Angular 125x125	Largo 8000mm	92	1380	15		Grúa
	4-Plancha 8 mm	6000x800	303.3	3640	12	1 viaje	Tractor con

							remolque y grúa.
	5- Duela conformada 8 mm	6000x800	303.3	3640	12	3 viajes	Tractor con remolque y grúa.
	6-Tapacete y Canoa	Φ 4600	2040	24480	12	Traslado a sanblast.	Grúa
	7- Tapacete y Canoa	Φ 4600	2040	24480	12	Traslado a área alm. Equip.terminados	Tractor con remolque y grúa.

Anexo E Continuación

Proceso	Material	Forma y dimensión	Peso Kg. por unid	Peso Kg. total	Cantid.	observaciones	Necesidad de medios de transporte
Rehabilitación de piñón y eje de alta de transmisión de baja de planta moledora	Eje de alta(en bruto)	Φ490 m m, largo 1400 mm	2100	12600	6	6 viajes	Tractor con remolque y grúa
	Eje de alta maquinado	Φ480mm, largo1400mm	1900	11400	6	6 viajes	Tractor con remolque y grúa
	Eje de alta maquinado	Φ480mm, largo1400mm	1900	11400	6	Traslado a sanblast.	Grúa
	Madera aserrada	0.18 m3	90	90	0.18m3	Tablones	Traslado manual
	Viga canal 180	Largo 6000mm	97.8	782.4	8		Tractor con remolque y grúa
	Piñón de alta	Φ 810mm	708	5448	6	2 viajes	Tractor con remolque y grúa
	Eje y piñón en guacal	1500x900x900	5331	15993	3	3 viajes	Tractor con remolque y grúa
Rehabilitación pedestales de alta, transmisión de baja	Pedestal	0.932 m3	710	4260	6		Grúa
	Viga canal 180mm	Largo 6000mm	97.8	489	5		Grúa
	Pedestal y guacal	1.0 m3	807.8	4842	6	3 viajes	Tractor con remolque y grúa
Rehabilitación Catalinas, trasmisión de	Catalina modulo 36	Φ4100mm, ancho 510mm	12500	75000	6		Grúa tándem
	Eje de catalina	Largo 1950mm	1750	10500	6		Grúa tándem

baja	Catalina con eje acoplado	Φ4100mm, ancho 1950mm	14250	85500	6		Grúa tándem
	Viga I 200mm	Largo 6000mm	164.4	698.4	6		Grúa tándem
	Catalina con eje y guacal	4400x4400x2000	15414.8	92489	6		Grúa tándem
Rehabilitación pedestal de baja	Pedestal	0.983 m3	845	5070	6		Grúa tándem
	Viga canal 160 mm	Largo 6000 mm	130.4	537.6	4		Grúa tándem
	Guacal con 2 pedestales	3100x1000x600	1820	5607.6	3		Grúa tándem
Rehabilitación transmisiones de alta reductores David Brown	Reductor David Brown	2200x1400x2100	32000	192000	6		Grúa tándem
	Viga canal 160mm	Largo 6000 mm	91.8	642.6	7		Grúa tándem
	Reductor con guacal	2200x1400x2800	32091	192146	6		Grúa tándem

Anexo E Continuación

Proceso	Material	Forma y dimensión	Peso Kg. por unid	Peso Kg. total	Cantid.	observaciones	Necesidad de medios de transporte
Rehabilitación de naves (4)	Viga I 350mm	Largo 8000 mm	388.8	44712	115	39 viajes	Tractor con remolque y grúa
	Angular 120x120	Largo 6000 mm	129	5418	42	3 viajes	Tractor con remolque y grúa
	Angular 75x75 mm	Largo 6000 mm	44.3	2303	52	3 viajes	Tractor con remolque y grúa
	Plancha de acero 12 m m espesor	6000x1500x12	853.2	5119.2	6	3 viajes	Tractor con remolque y grúa
	Plancha de acero 16 m m de espesor	6000x1500x16	1137.6	5688	5	2 viajes	Tractor con remolque y grúa

	Plancha de acero 25mm de espesor	6000x1500x25	1777.5	12442	7	7 viajes	Tractor con remolque y grúa
	Viga canal 160 mm	Largo 6000 mm	91.8	40942	446	23 viajes	Tractor con remolque y grúa
	Columnas de viento	15100x1000x1500	1764	11284	32	16 viajes	Tractor con remolque y grúa
	Columnas pórtico	15100x2500x1500	2350	150400	64	32 viajes	Tractor con remolque y grúa
Construcción d tanques de alto y bajo vacío	Plancha acero 8 mm	6000x1500x8 mm	568.8	4550.4	8	1 viaje	Tractor remolque
	Plancha acero 10mm	6000x1500x10	711	355.5	0.5	1 viaje	Tractor remolque
	Plancha acero 16 mm	6000x1500x16	958	479	0.5	1 viaje	Tractor remolque
	Plancha acero 25mm	6000x1500x25	1777.5	2310.7	1.3	1 viaje	Tractor remolque
	Cilindro	Φ1212x2200mm	528.3	2113.4	4	4 viajes	Tractor remolque
	Cono	Φ 1212x0.780mm	104.6	418.4	4	2 viajes	Tractor remolque
	Tubo Φ273mm	Largo 8000mm	42.2	168	0.8		Tractor remolque
Construcción tanques alto y bajo vacío (Continuación)	Platillo para bridas	Φ379mm	3.75	30.0	8	1 viaje	Tractor con remolque
	Angular 125x125	Largo 8000mm	83.2	124.8	1.5		grúa
	Angular 75x75 mm	Largo 8000mm	59.12	170.4	2		grúa
	Tanque	Φ1212 x 3100mm	1700	6800	4		grúa
	Guacal para 2 tanques	3100x1500x3000	621	1214	2		grúa
	Tanques con guacal	3100x1500x3000	4021	8042	2	2 viajes	Tractor con remolque y grúa

Anexo E Continuación

Proceso	Material	Forma y dimensión(mm)	Peso Kg. por unid	Peso Kg. total	Cantid.	observaciones	Necesidad de medios de transporte
Rehabilitación calandrias de evaporadores (3)	Calandria	Φ4420 x3300	30000	90000	3		Grúa de 32 ton
	Tubos fluses de cobre	3000x38x1.5	4.75	22173	4668 / caland.	Se agrupan 4 unidades	Traslado manual
	Plancha de 20 mm	6000x1500x20	1422	237	0.16/ caland.		Tractor con remolque y Grúa
	Plancha de 30 mm	6000x1500x30	2079	231	0.11 / caland.		Tractor con remolque y Grúa
	Viga I 350 mm	Largo 8000	388.8	92.7	0.25 / caland.		Tractor con remolque y Grúa
Rehabilitación fondo evaporadores(3)	Fondo antes rehabilitar	Φ4420x1496	7450	2235	3fondos		Tractor con remolque y Grúa
	Plancha de 10 mm	6000x1500x10	711	553.9	0.78	Cartabones de refuerzo	Tractor con remolque y Grúa
	Plancha de 30 mm	6000x1500x30	2079	436.5	0.21	Para bridas y orejas izaje	Tractor con remolque y Grúa
	Platillo para brida	Φ 735	124.7	249.2	2/fondo		Tractor con remolque y Grúa
	Brida para registro	Φ 730	110.5	221.1	2/fondo		Tractor con remolque y Grúa
Rehabilitación fondos(Continuación)	Tubo Φ 219mm	10000xx219x10	543	705.9	1.3	Anillo aliment. jugo	Tractor con remolque y Grúa
	Tubo Φ 273mm	10000x273x8	326	65.2	0.2	Asperjadotas de jugo	Tractor con remolque y Grúa
	Tubo Φ 168mm	10000x168x8	266.8	106.7	0.4	Entrada de jugo	Tractor con remolque y Grúa
	Tubo Φ 508mm	10000x508x10	1008	100.8	0.1	Registro hombre	Tractor con remolque y Grúa
	Viga canal 180	6000 largo	130.4	19.5	0.15	Patines de apoyo	Tractor con remolque y Grúa
	Plancha de 18 mm	6000x1500x18	1279	592	0.46	Pestaña	Tractor con remolque y Grúa

Anexo E Continuación

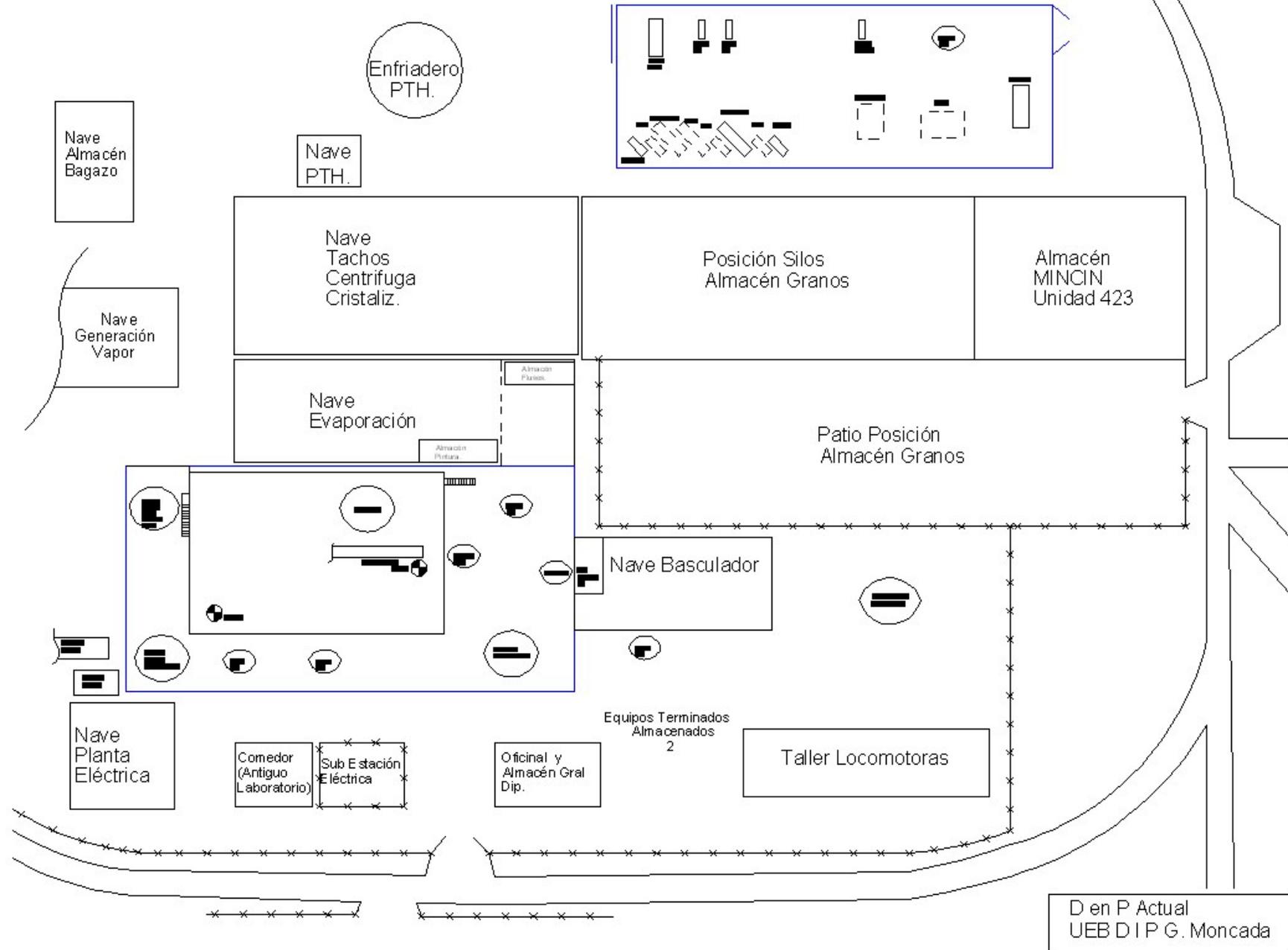
Construcción separador centrifugo(3)	Plancha 10 mm	6000x1500x10	711	639.9	0.9 /sep.		Tractor con remolque y Grúa
	Plancha 6 mm	6000x1500x6	426.6	170.4	0.4/sep.		Tractor con remolque y Grúa
	Separador centrifugo	1.84 m3	788	2364	3 unid.		Tractor con remolque y Grúa
Construcción separador Cono(3)	Plancha 6 mm	6000x1500x6	426.6	511.9	1.12		Tractor con remolque y Grúa
	Viga canal 100	6000 largo	51.5	10.2	0.2		Tractor con remolque y Grúa
	Tubo Φ 57mm	6000x 57x3	29.2	17.5	0.6		Tractor con remolque y Grúa
Construcción plataforma para pesar camiones	Viga I 450	8000 largo	521.6	2555.8	4.9 / plataf.		Tractor con remolque y Grúa
	Viga I 300	8000 largo	313.6	2508.8	8.0 / platf.		Tractor con remolque y Grúa
	Viga canal 160	8000 largo	113.6	692.1	6.1 /plataf.		Tractor con remolque y Grúa
	Plancha 6mm	6000x1500x6	426.6	1621	3.8 / plataf.		Tractor con remolque y Grúa

Anexo E Continuación

Rehabilitación filtro para cachaza (2)	Plancha de acero 8mm	6000x1500x8	568.8	2559.6	4.5	Fondo bandeja	Tractor con remolque y Grúa
	Plancha de acero 10mm	6000x1500x10	711	1066	1.5	Nervios unión estruc.	Tractor con remolque y Grúa
	Plancha de acero 12mm	6000x1500x12	853.2	1962.3	2.3	Laterales bandeja	Tractor con remolque y Grúa
	Duelas para fondo	5500x1500x8	521.4	2346.3	4.45	Fondo bandeja	Tractor con remolque y Grúa
	Viga canal 80	6000 largo	42.3	84.6	2	Cierre bandeja	Tractor con remolque y Grúa
	Viga canal 160	6000 largo	85.2	312.4	3.66	Estructura bandeja	Tractor con remolque y Grúa
	Tubo acero Φ 168	10000x168x8	204	30.6	0.15	Mochetas bridas	Tractor con remolque y Grúa
	Angular 75x75	6000 largo	44.34	14.63	0.33	Base reductor	Tractor con remolque
	Base moto-reductor mov. tambor	500x500x800	39.23	39.23	1		Tractor con remolque y Grúa
	Bandeja de filtro	5500x3500x1500	3167.2	3167	1		Tractor con remolque y Grúa
Rehabilitación filtro para cachaza (continuación)	Catalina	Φ 710	67.0	67.0	1	Mov. tambor	Grúa
	Soporte para batidor	1110x800x600	54.2	108.4	2	Mov. Batidor oscilante	Grúa
	Buje eje tambor	Φ 760 x600	36.0	72.0	2	Mov. Batidor oscilante	Grúa
	Husillo mov. tambor	Φ 200x 1300	78.0	78.0	1	Mov. Batidor oscilante	Grúa
	Tambor sin agregados	Φ 2450 x 6120	5050	5050	1		Grúa
	Junta de paronita	10000x1000x5	63.2	6.0	0.095	Cierre de registro	Manual
	Viga canal 180	6000 largo	16.3	97.8	1	Batidor oscilante	grúa
	Batidor oscilante	5600x1500x1000	392	392	1		grúa
Plancha de cinc	6000x1500x0.	56.8	164.9	2.9	cubierta		

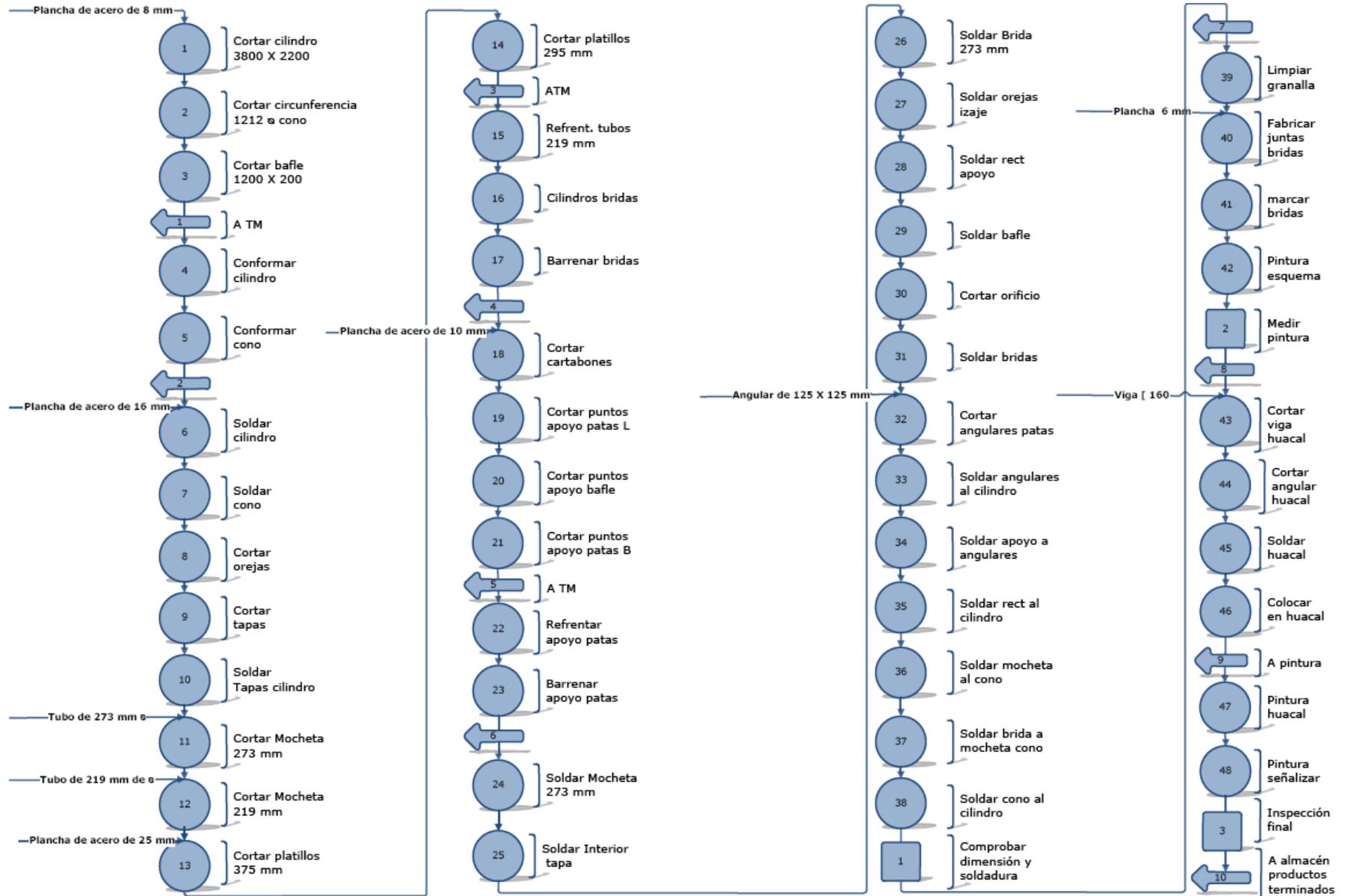
		8					
	Angular 40x40	6000 largo	17.76	53.28	3.0	Ventanas traseras	manual
	Cabezal de Vacío	Φ 700x180	61.4	61.4	1.0	Sistema de vacío	grúa
	Disco de corte de vacío	Φ 500x30	41.0	41.0	1.0	Sistema de vacío	grúa

Anexo F Distribución en planta actual



D en P Actual
UEB D I P G. Moncada

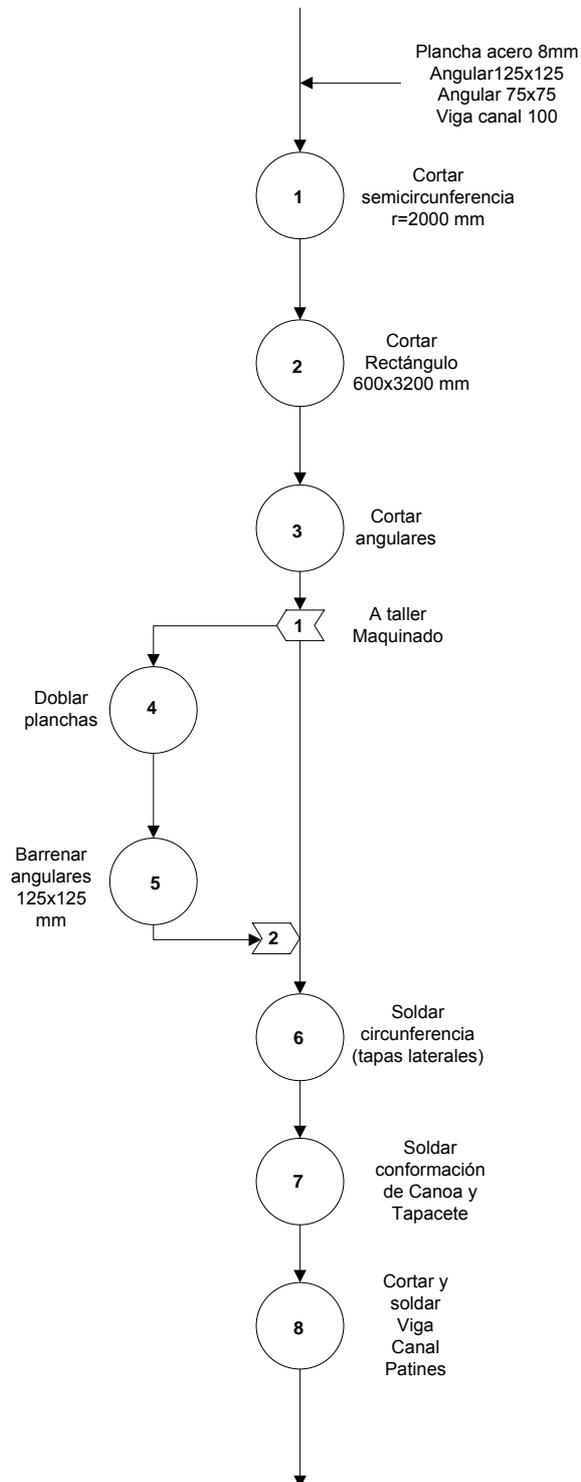
Anexo G. Diagramas de Flujo. Tanques de alto y bajo vacío

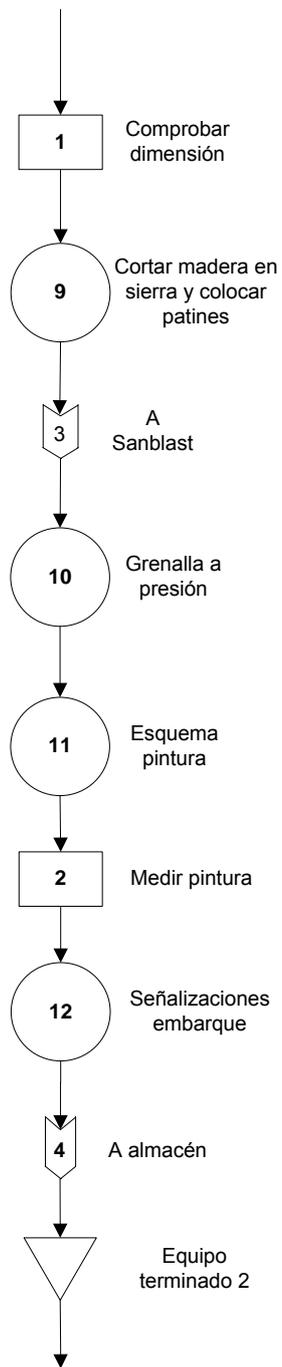


Anexo G. Diagramas de Flujo. Tanques de alto y bajo vacío

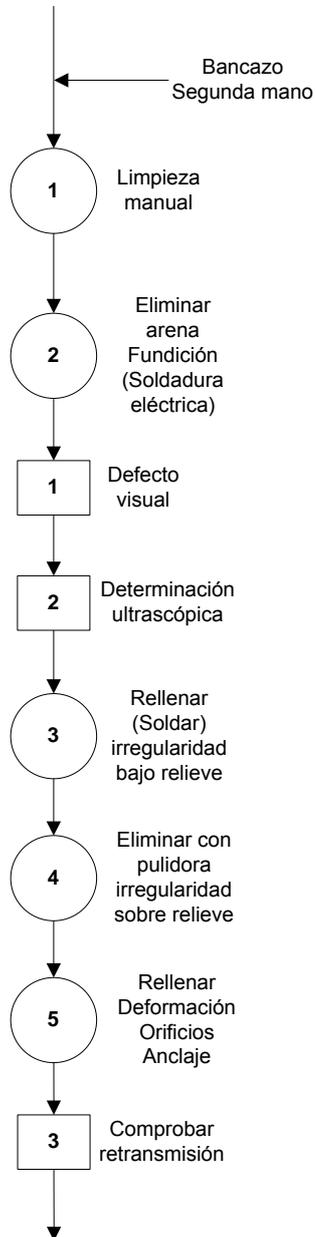
Proceso: Transmisión de baja. Planta Moledora.

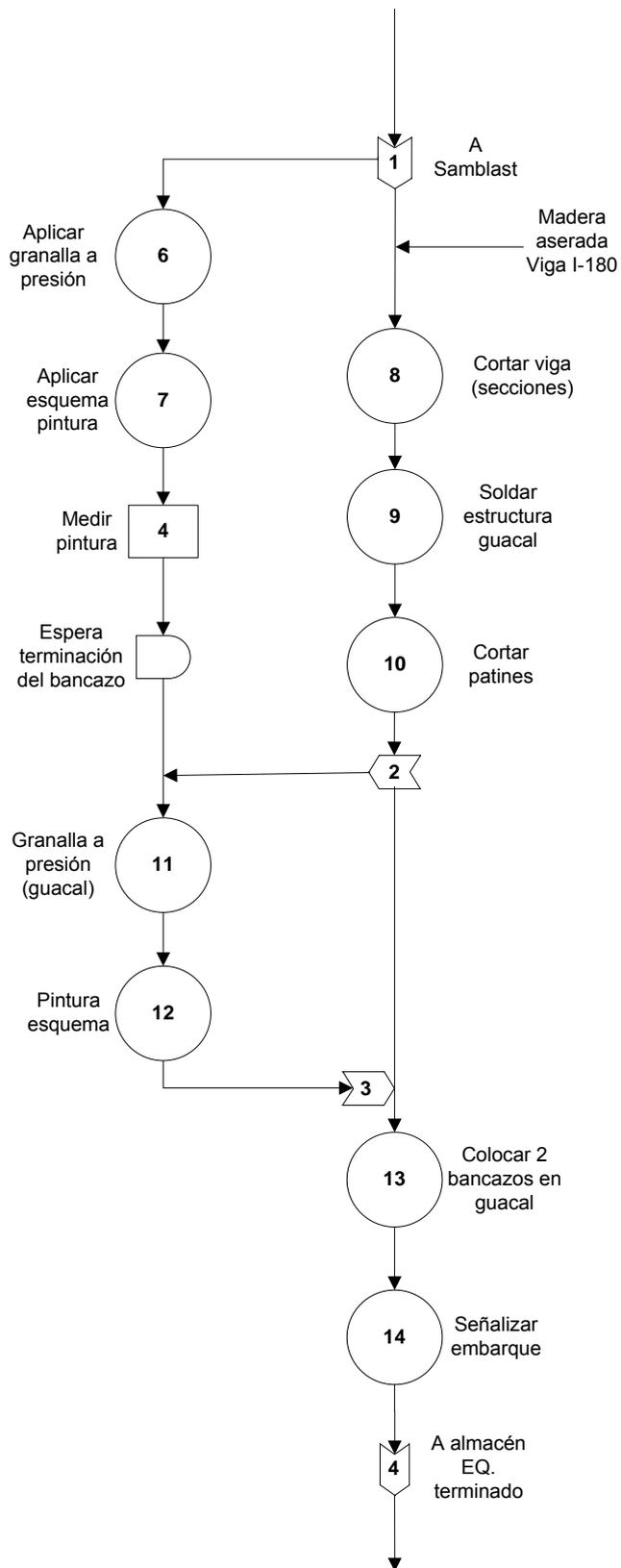
Subproceso 10: Construcción de canoa y tapacete para catalina.



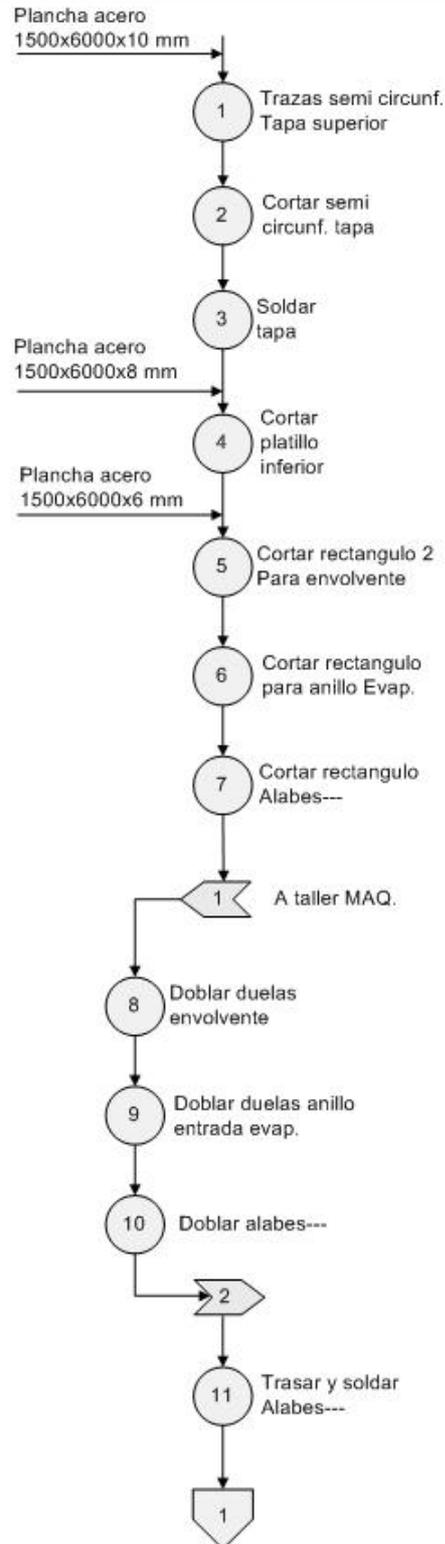


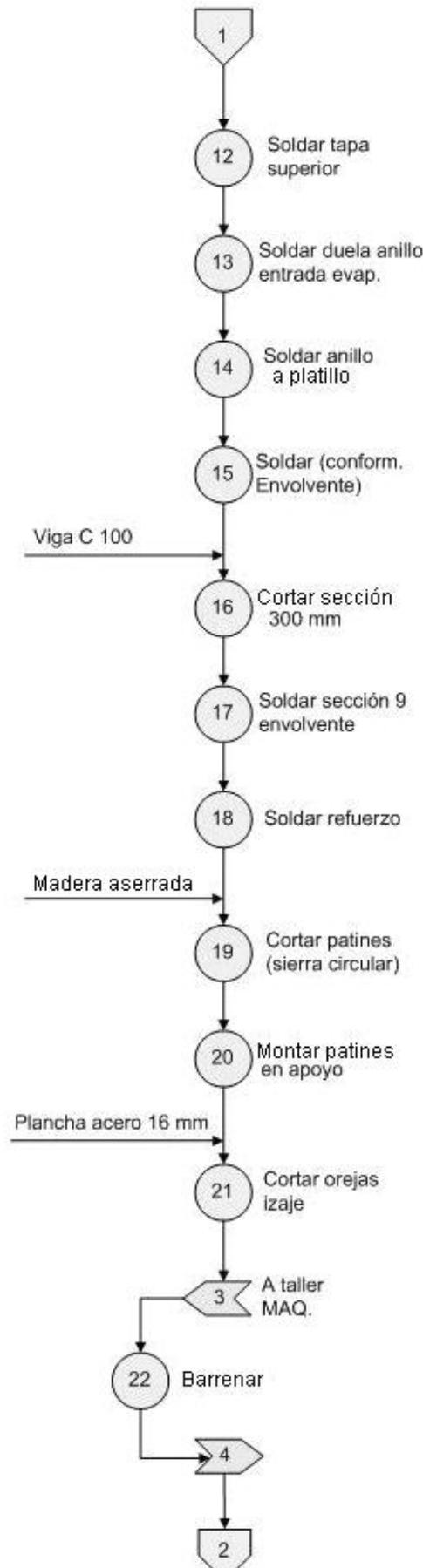
Proceso: Transmisión de baja .Planta Moledora.
Subproceso 9: Rehabilitación de bancazos. Tipo Matanzas.

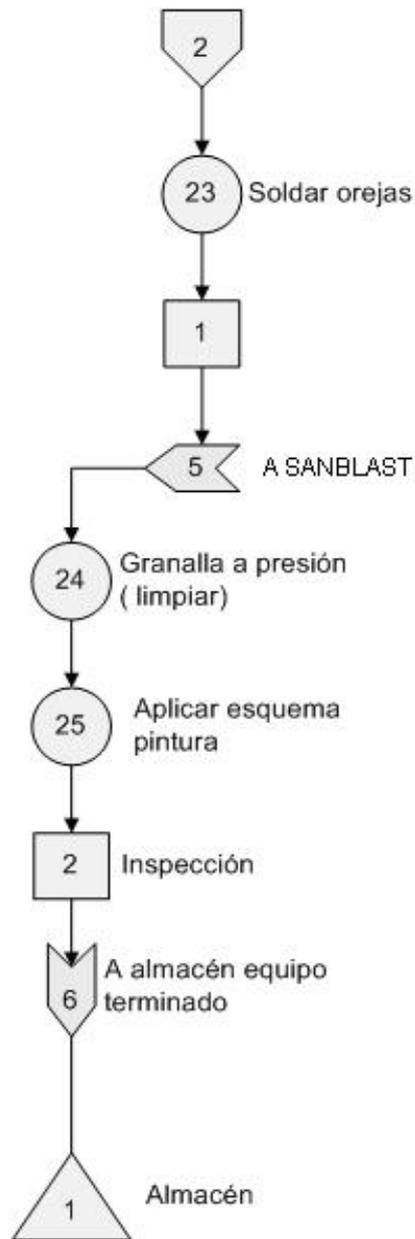




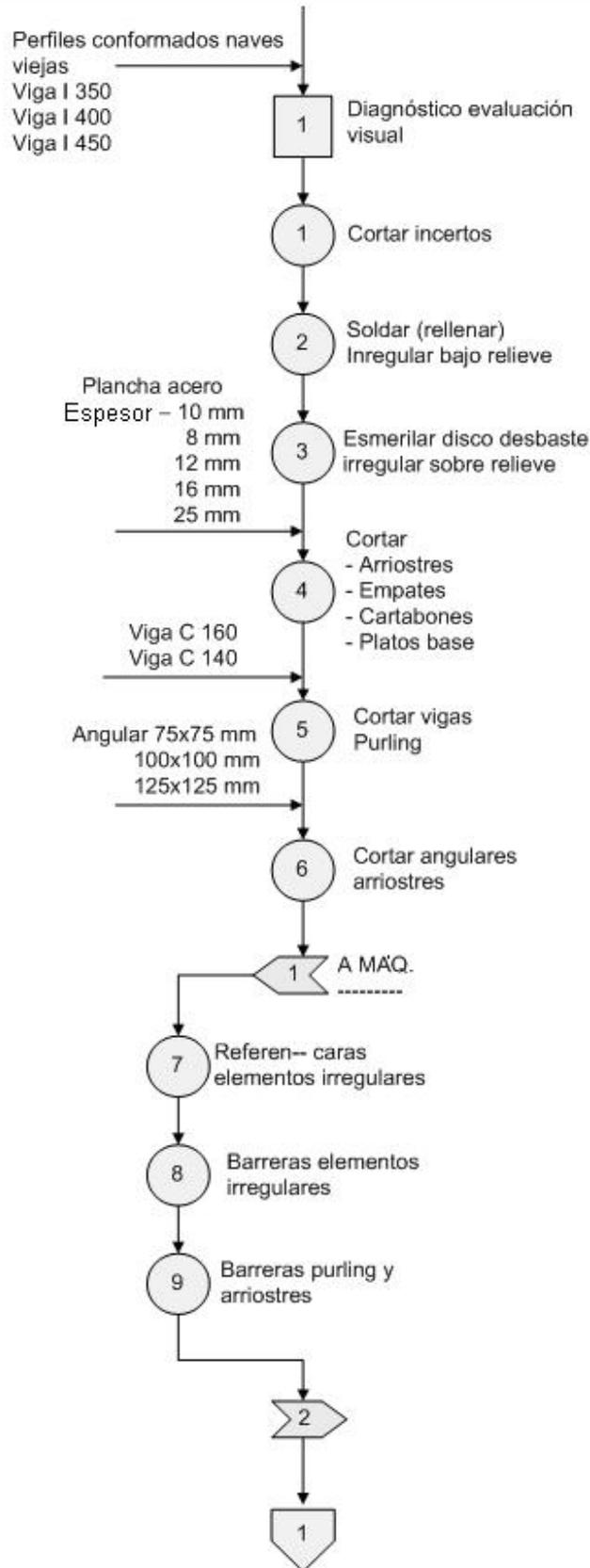
PROCESO: CONSTRUCCIÓN DE SEPARADOR DE ARRASTRE . SECCIÓN
SEPARADOR CENTRÍFUGO(3 UNIDADES)

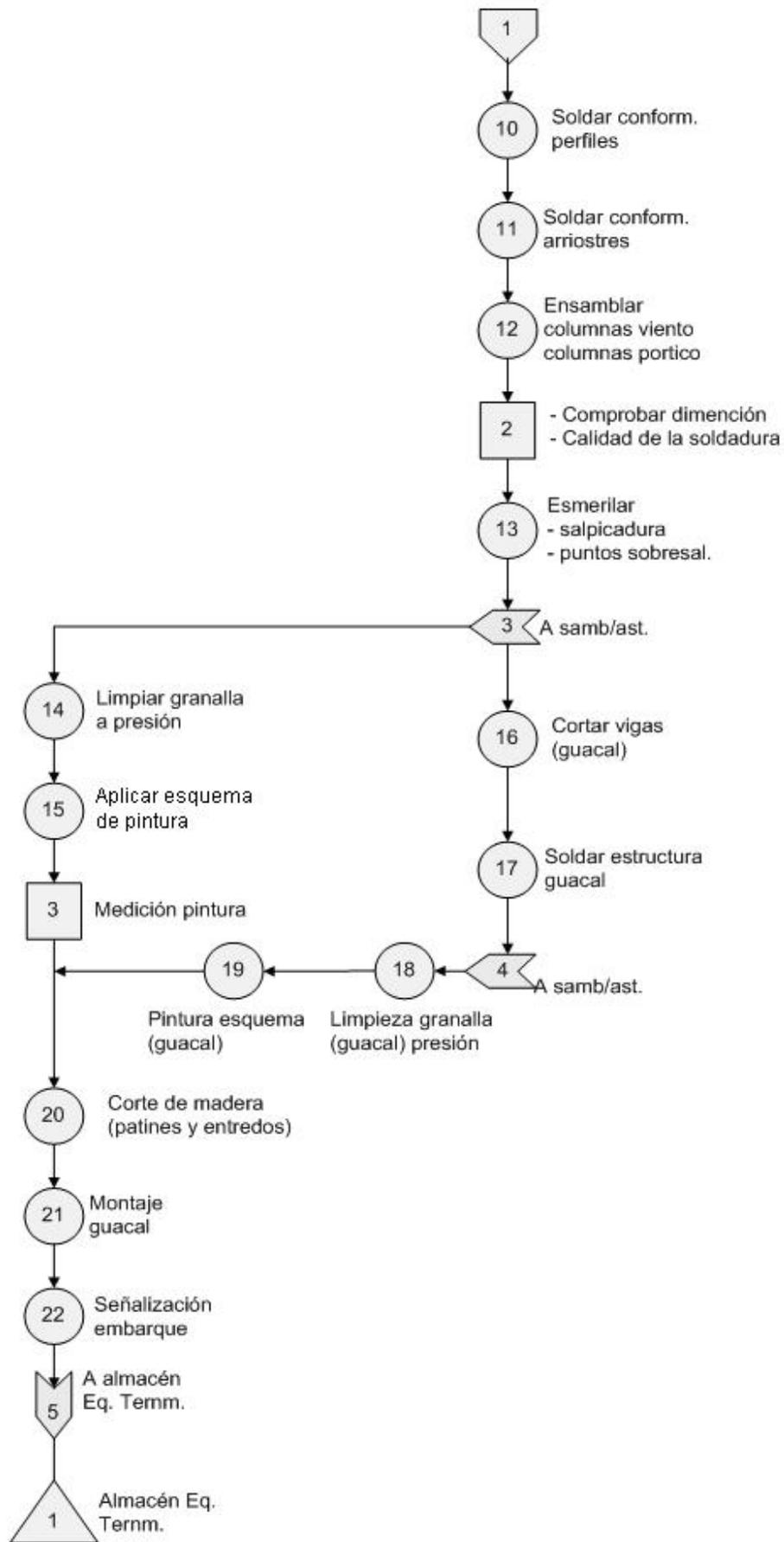




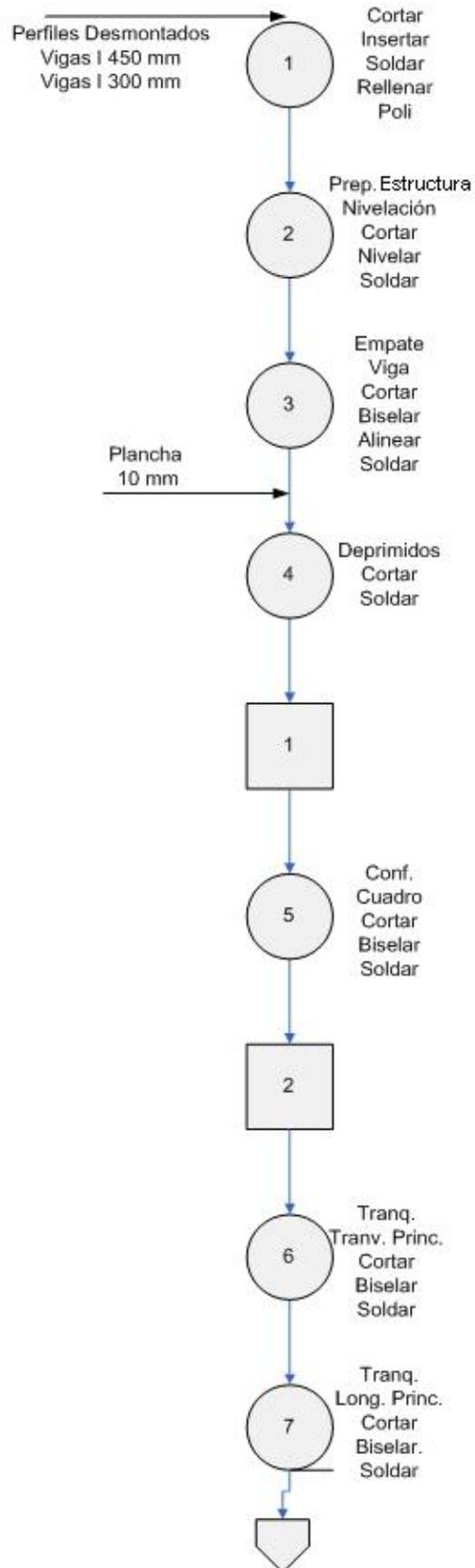


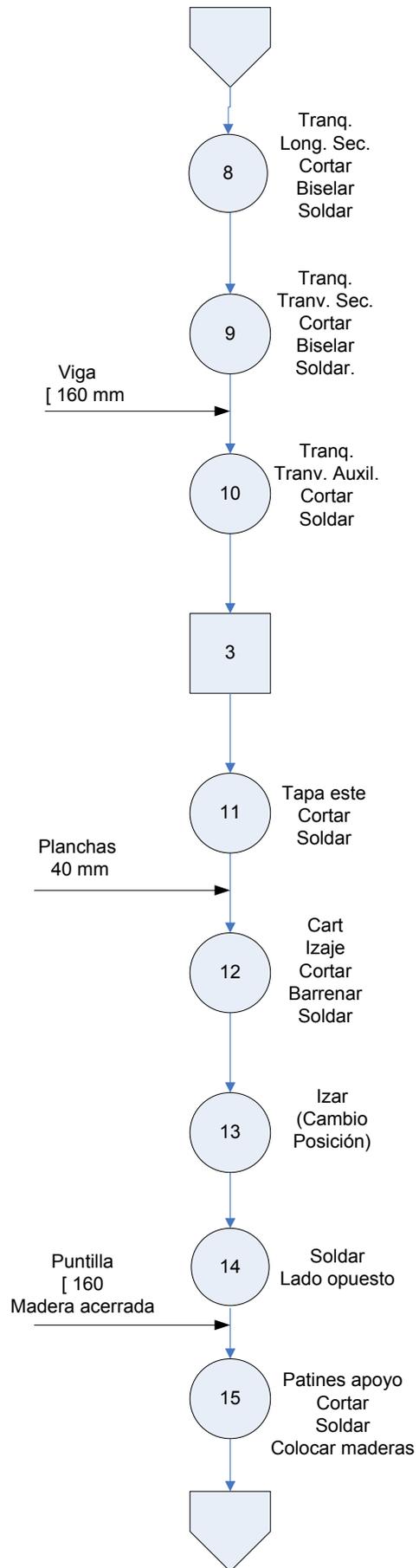
**PROCESO: CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN NAVES
(AREA DE EJECUCIÓN NAVE T. MÁQ.)**

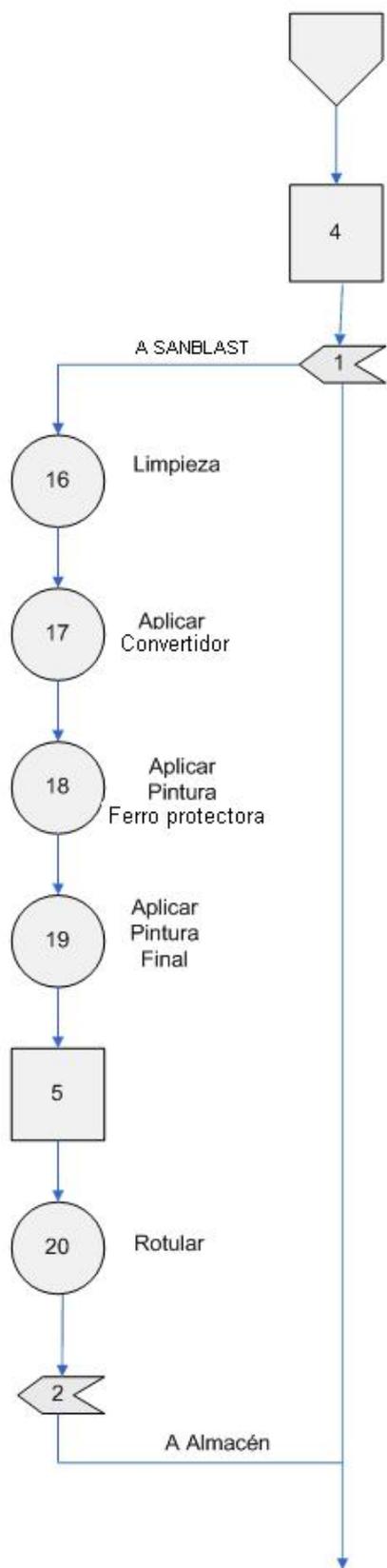




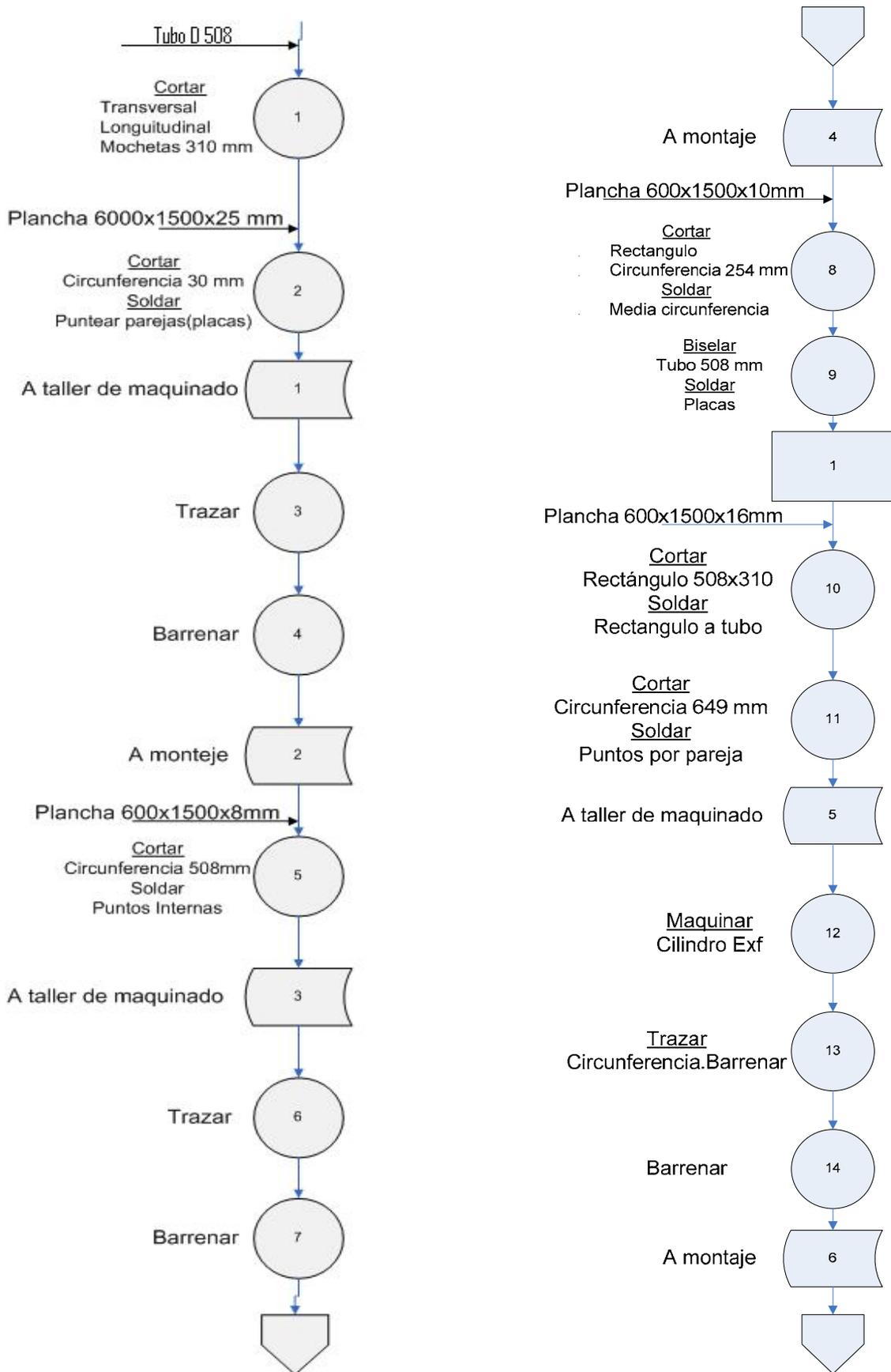
Proceso Construcción de plataforma báscula para pesas camiones (150 ton)

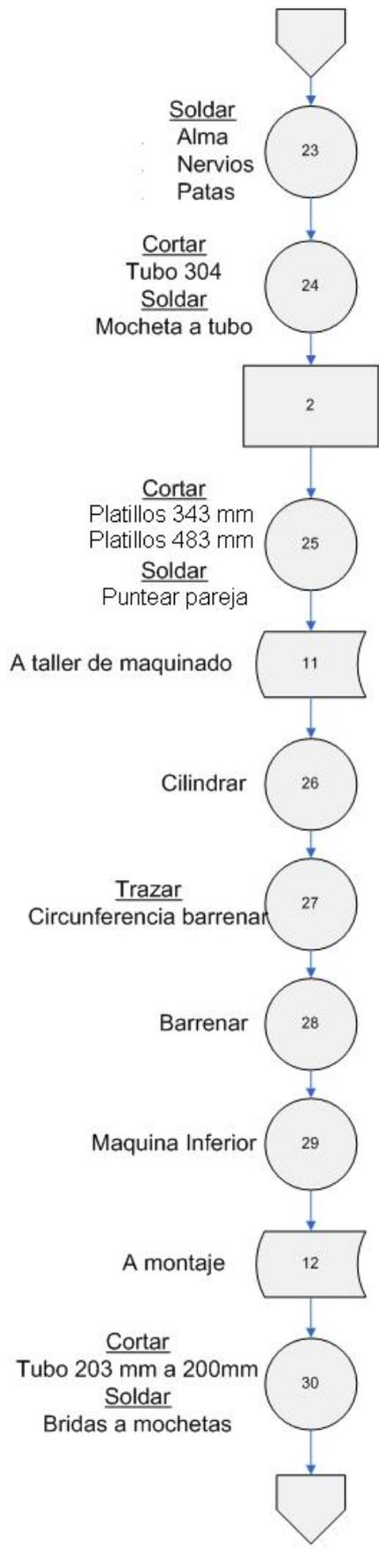
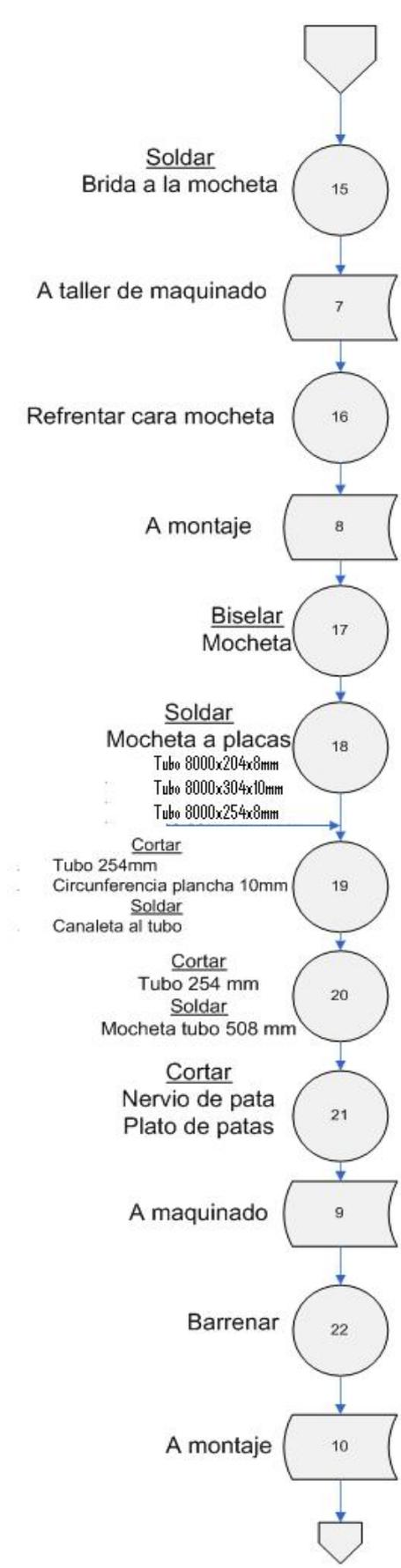


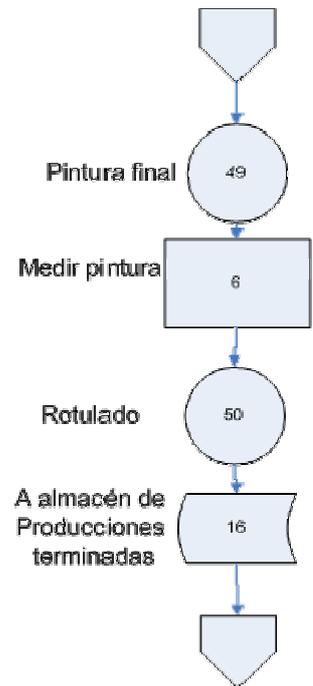
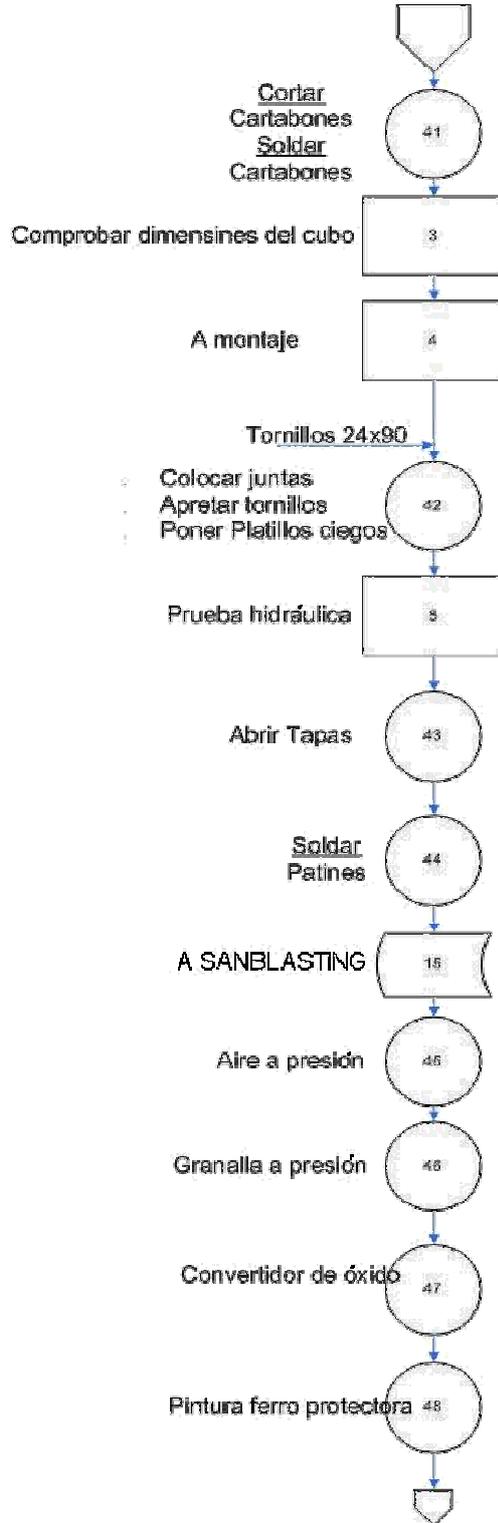
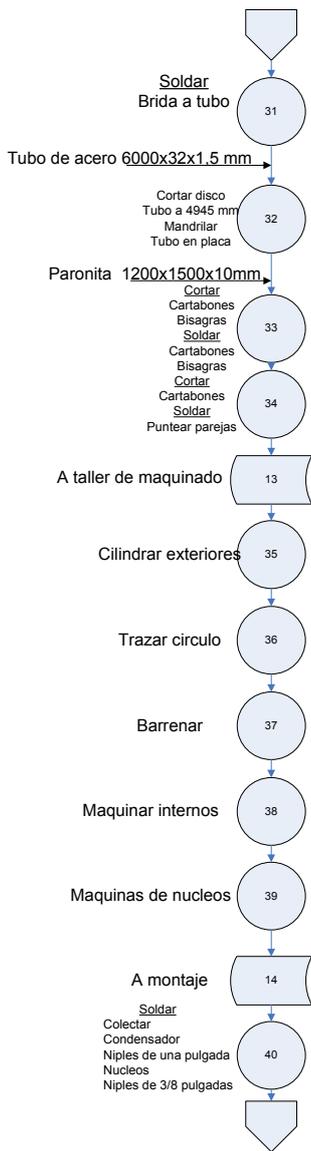


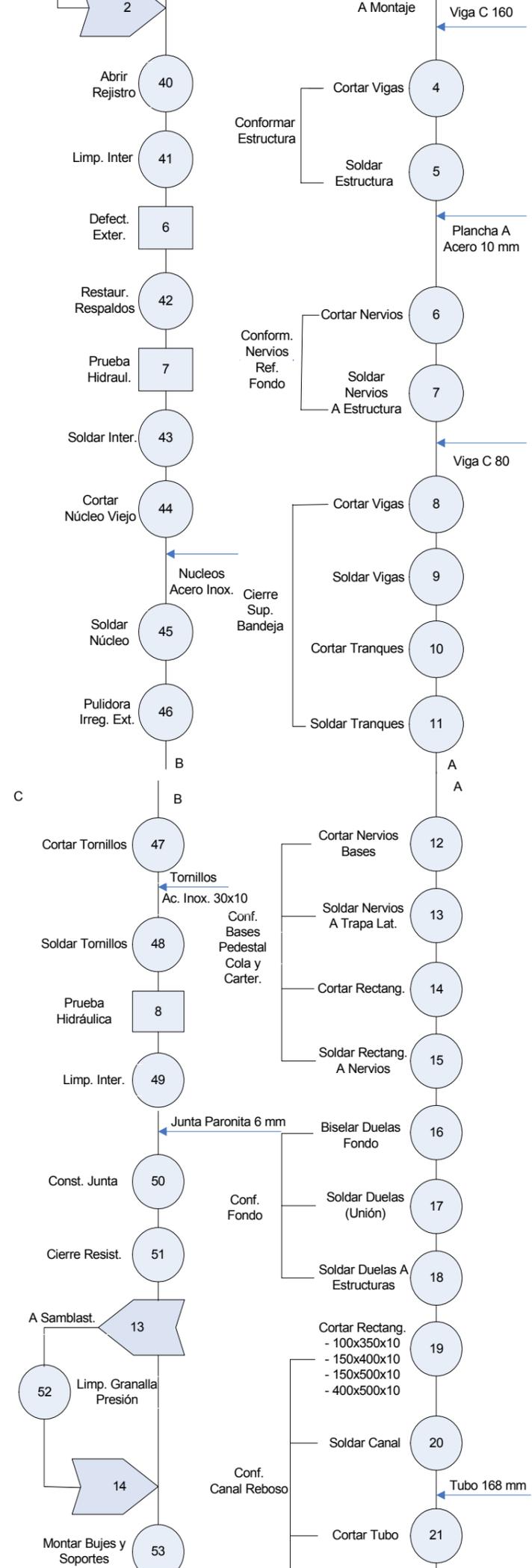
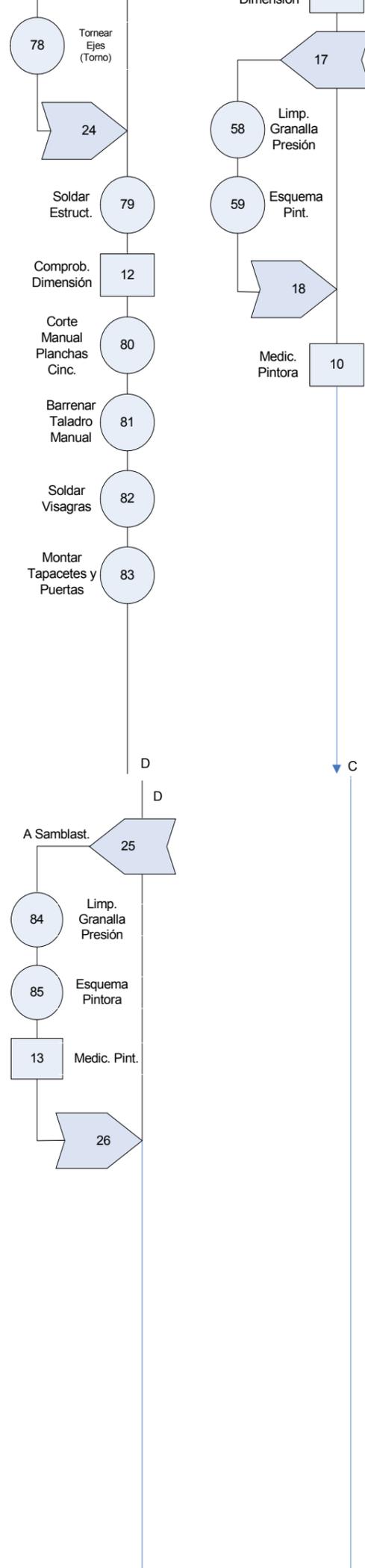
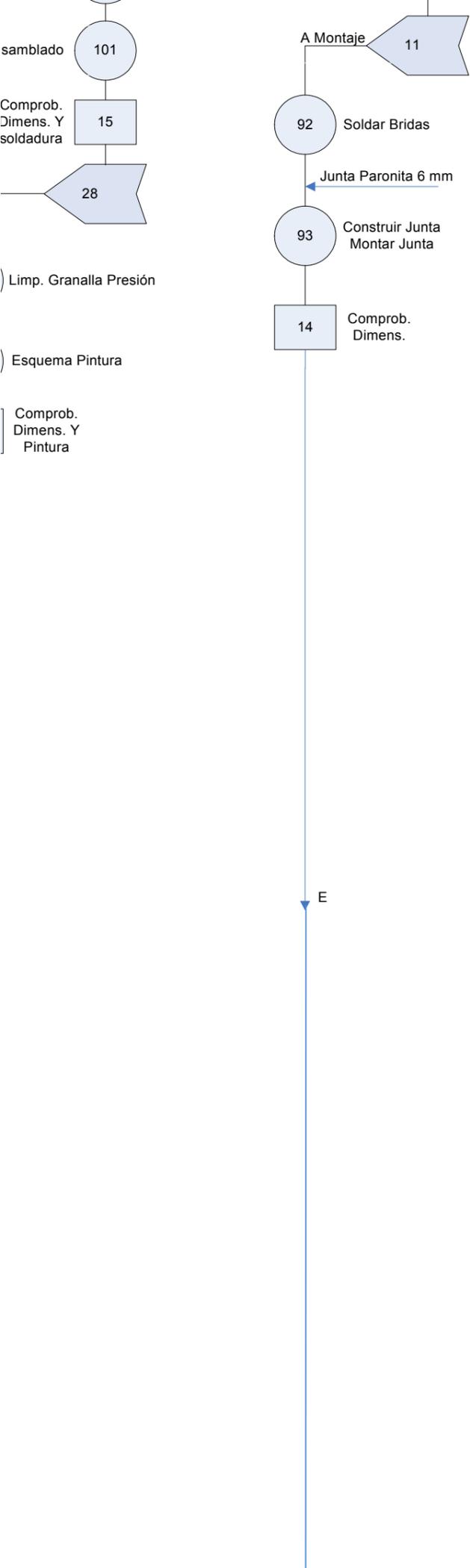


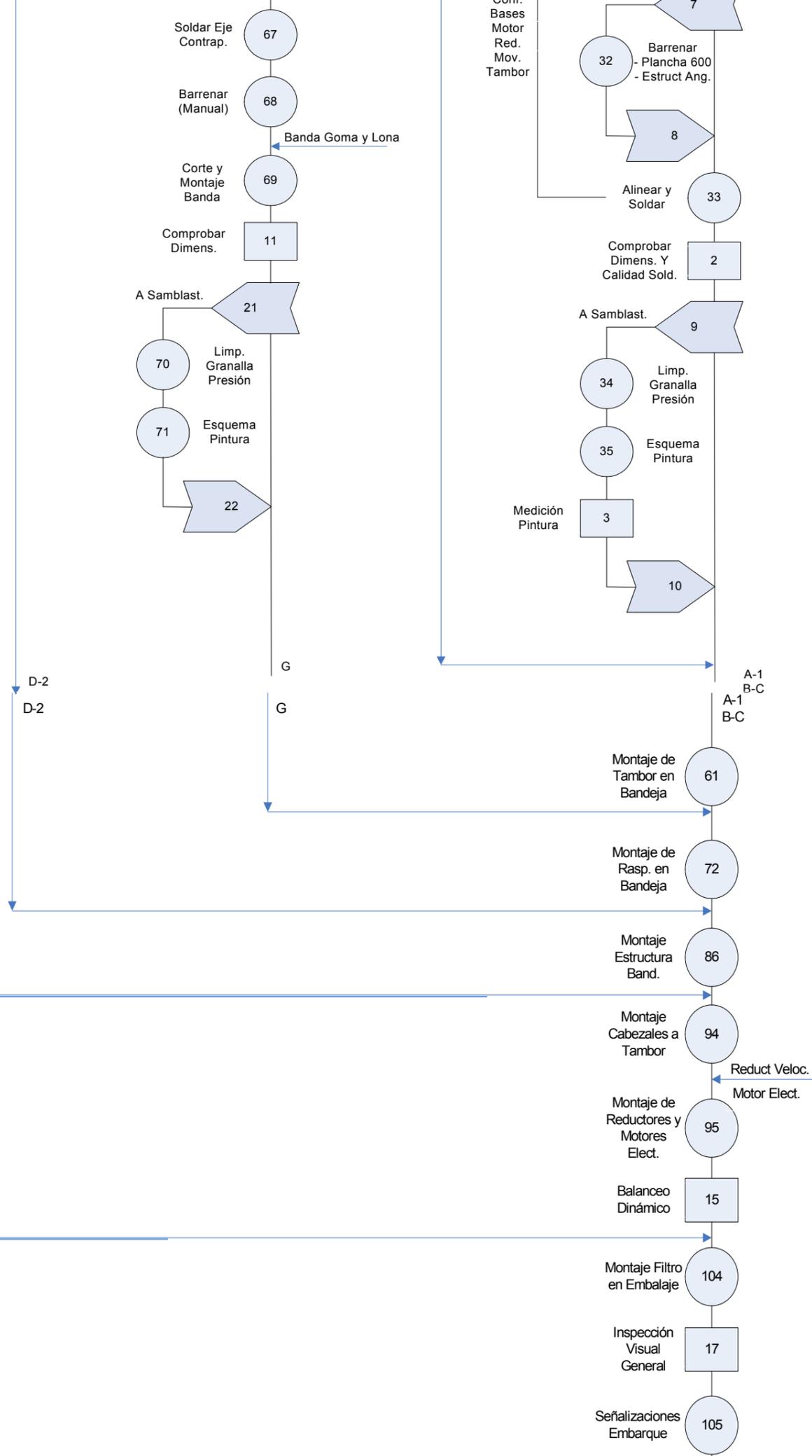
Anexo G. Continuación. Proceso: Construcción Calentadores



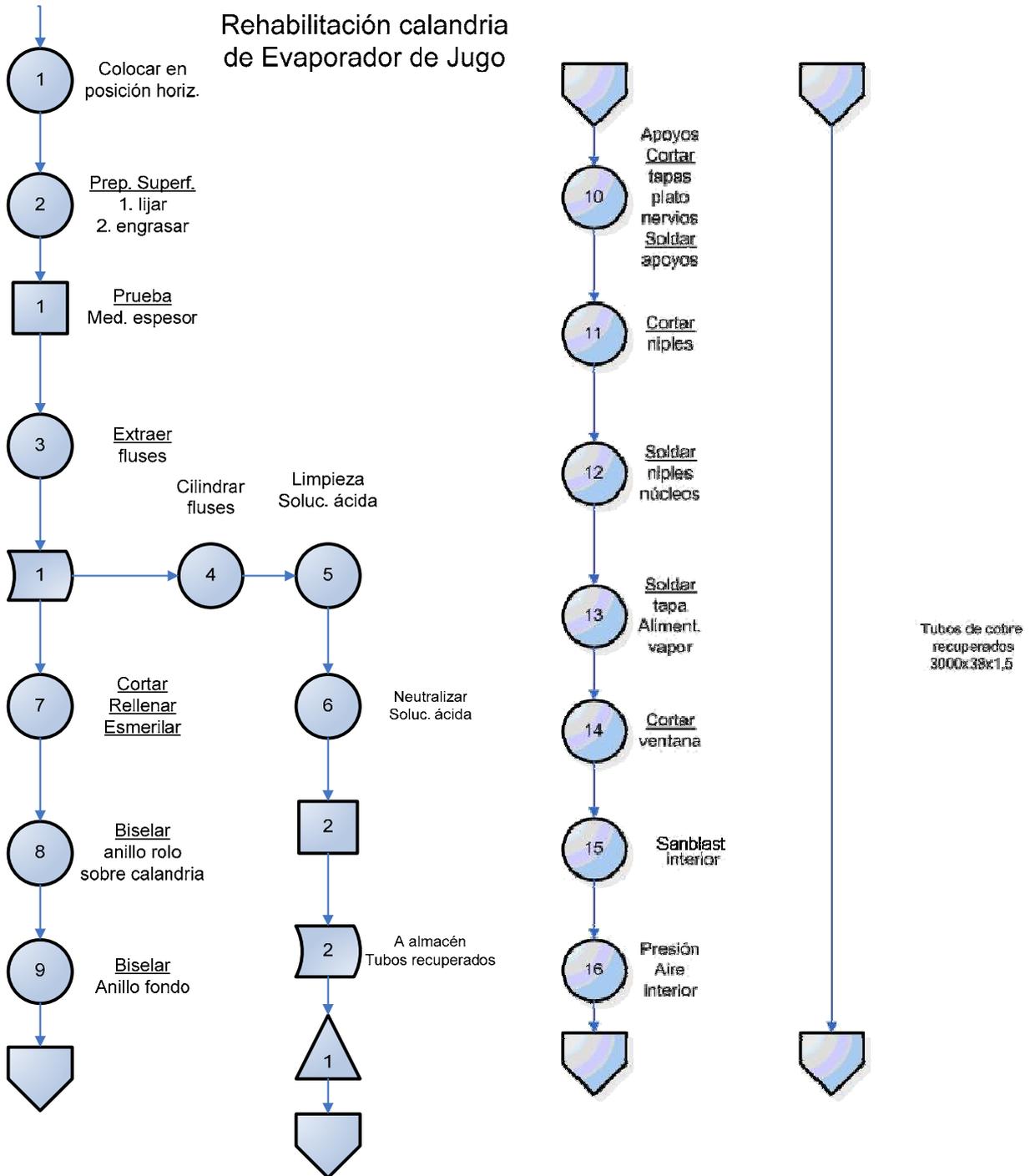


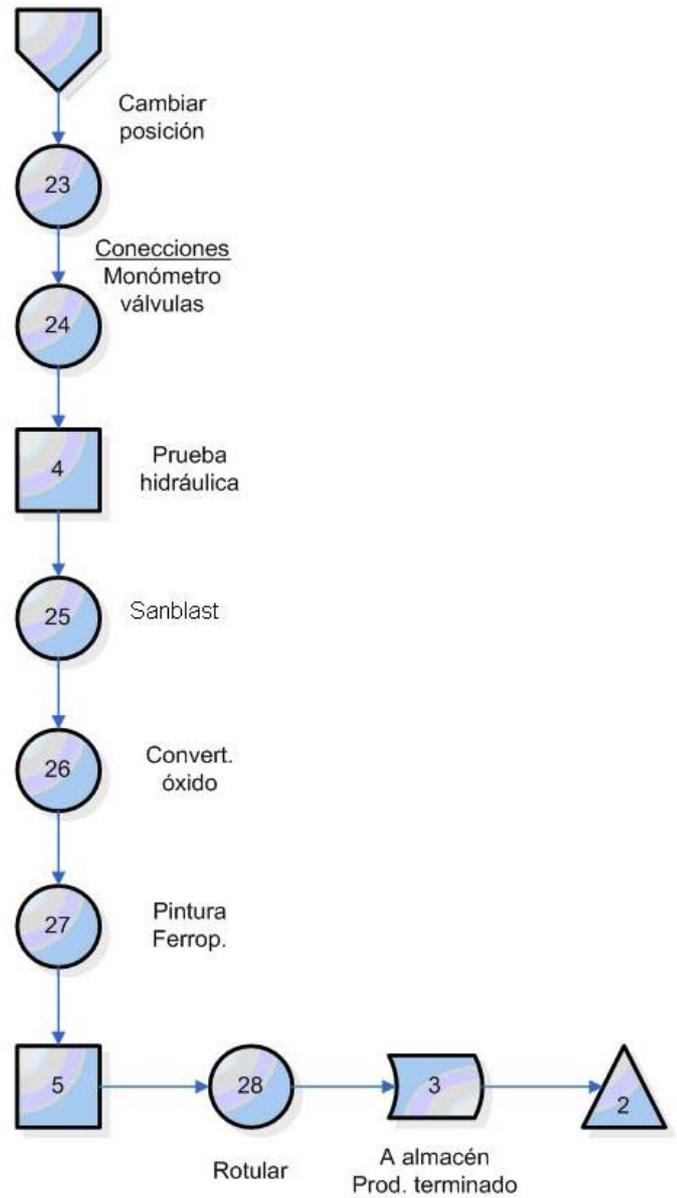
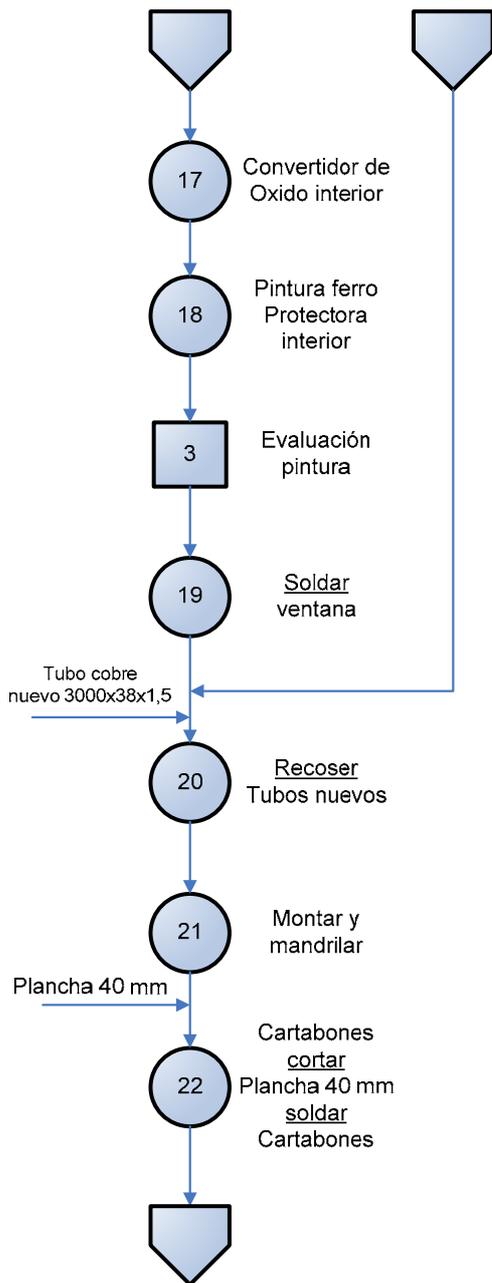




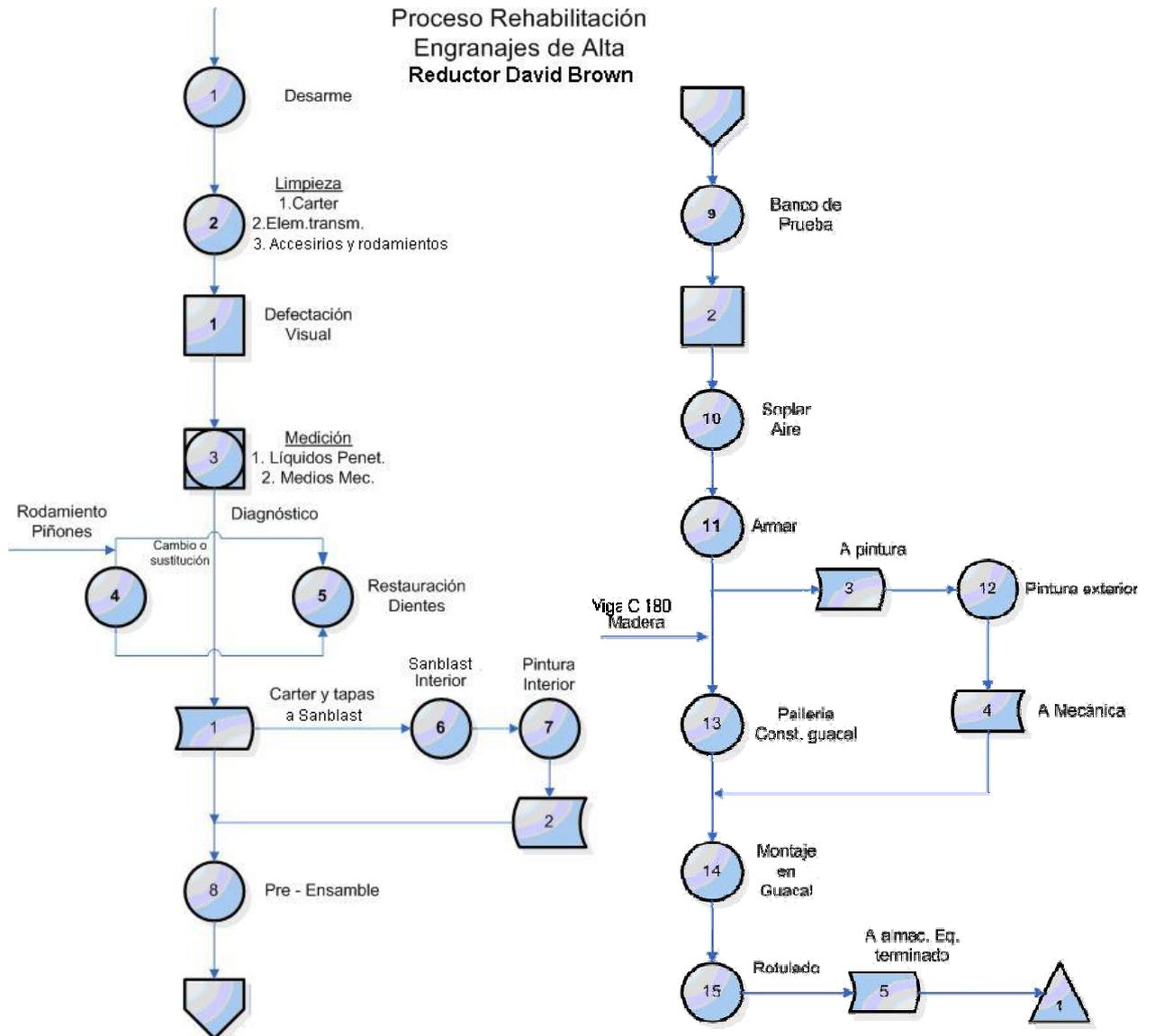


Rehabilitación calandria de Evaporador de Jugo

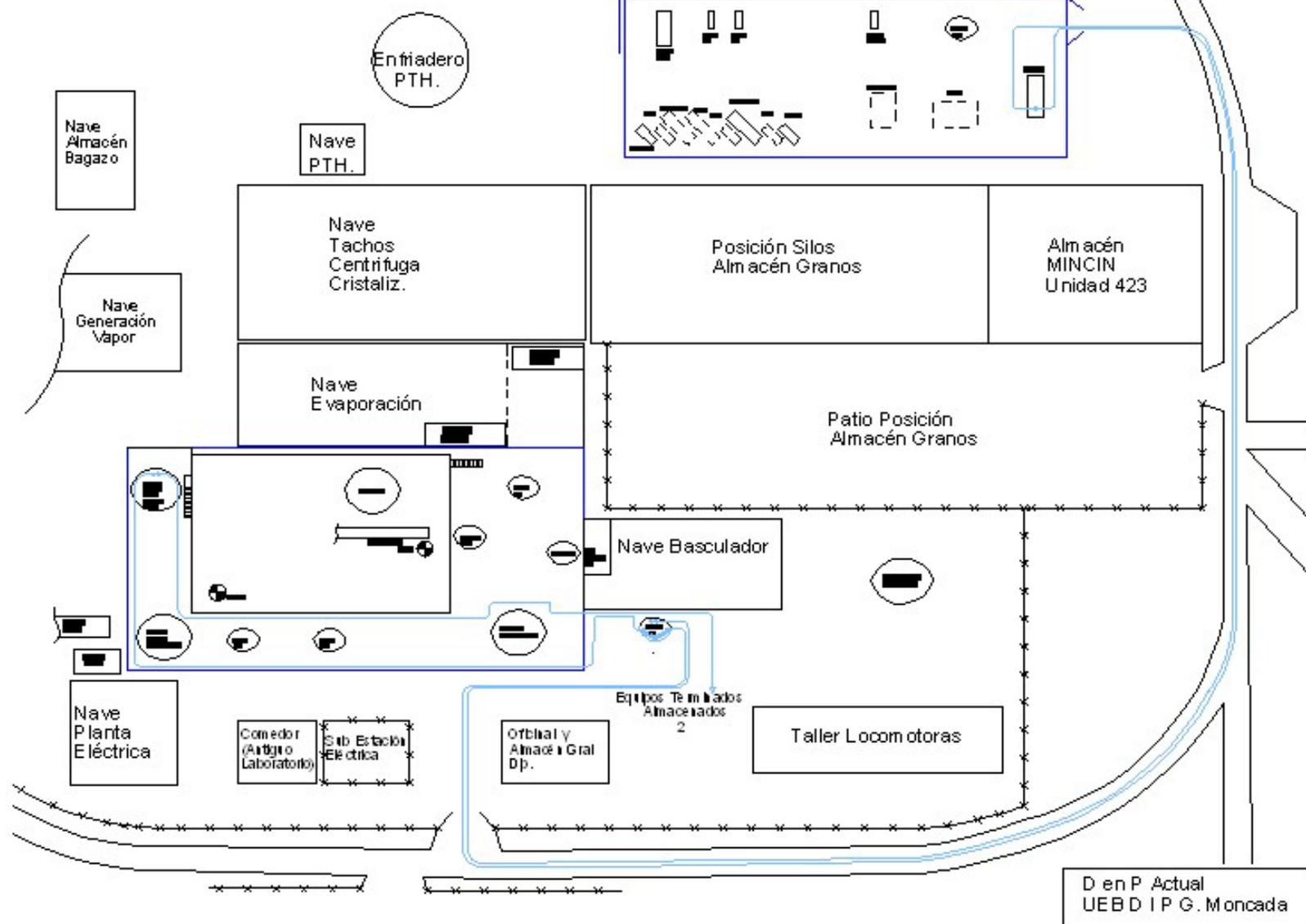




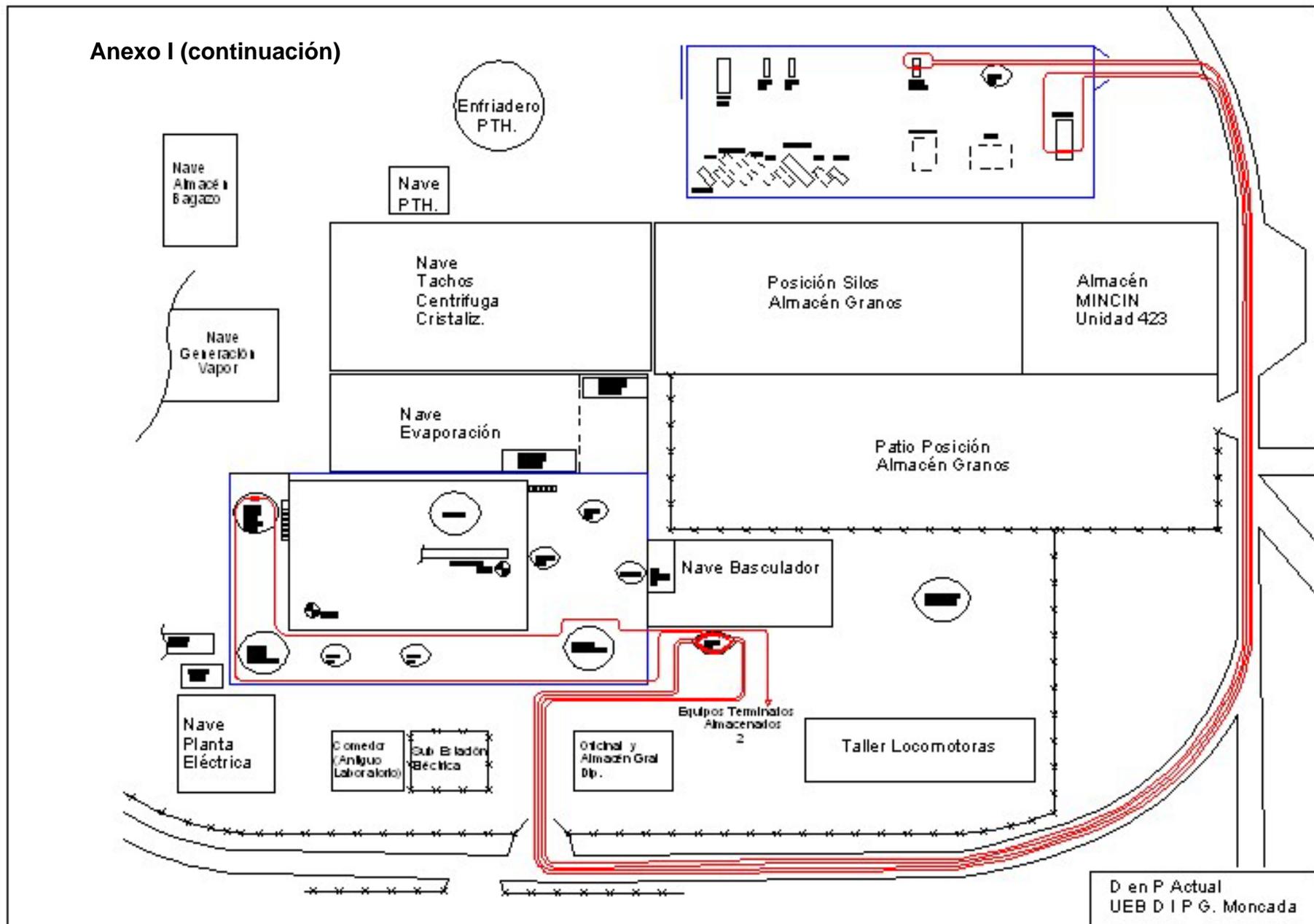
Proceso Rehabilitación Engranajes de Alta Reductor David Brown



Anexo I Recorrido del proceso

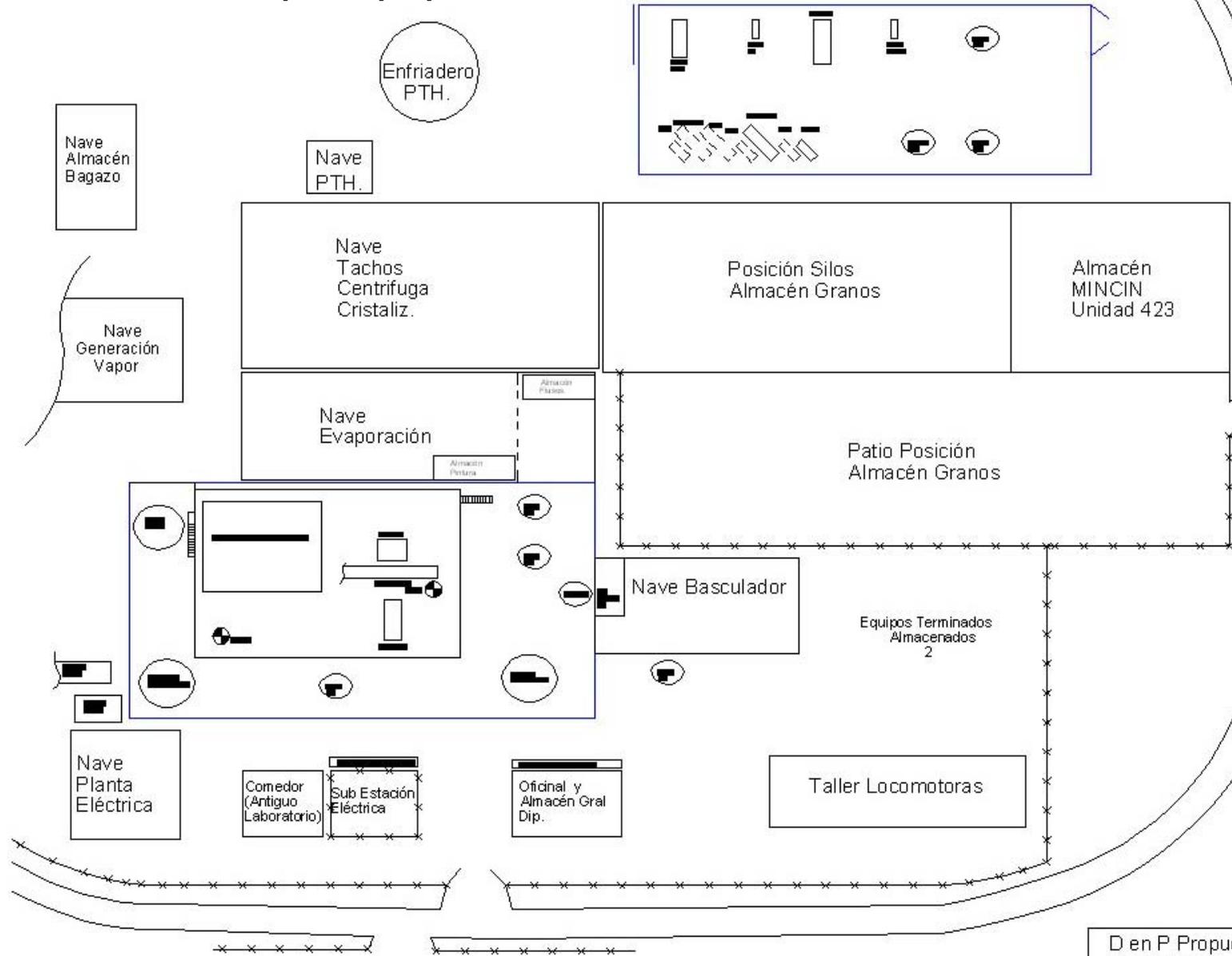


Anexo I (continuación)



D en P Actual
UEB D I P G. Moncada

Anexo K Distribución en planta propuesta



D en P Propuesta
UEB D I P G. Moncada