

Yacuzzi, Enrique; Pinchuk, Diego; Wood, Rodolfo; Kakazu, Sebastián

Working Paper

Diseño de un layout de planta: Marmicoc Argentina S.A.

Serie Documentos de Trabajo, No. 412

Provided in Cooperation with:

University of CEMA, Buenos Aires

Suggested Citation: Yacuzzi, Enrique; Pinchuk, Diego; Wood, Rodolfo; Kakazu, Sebastián (2009) :
Diseño de un layout de planta: Marmicoc Argentina S.A., Serie Documentos de Trabajo, No. 412,
ISBN 978-987-1062-52-2, Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de Argentina
(UCEMA), Buenos Aires

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/84393>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

UNIVERSIDAD DEL CEMA
Buenos Aires
Argentina

Serie
DOCUMENTOS DE TRABAJO

Área: Casos de Negocios

**DISEÑO DE UN LAYOUT DE PLANTA:
MARMICOC ARGENTINA S.A.
(Caso de negocios 12)**

**Enrique Yacuzzi, Diego Pinchuk,
Rodolfo Wood, Sebastián Kakazu**

Diciembre 2009
Nro. 412

ISBN 978-987-1062-52-2
Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723
Copyright – UNIVERSIDAD DEL CEMA

www.cema.edu.ar/publicaciones/doc_trabajo.html
UCEMA: Av. Córdoba 374, C1054AAP Buenos Aires, Argentina
ISSN 1668-4575 (impreso), ISSN 1668-4583 (en línea)
Editor: Jorge M. Streb; asistente editorial: Valeria Dowding <jae@cema.edu.ar>

Yacuzzi, Enrique Antonio

Diseño de un Layout de planta : Marmicoc Argentina S.A. . - 1a ed. - Buenos Aires :
Universidad del CEMA, 2009.

44 p. ; 22x15 cm.

ISBN 978-987-1062-52-2

1. Negocios. 2. Estudio de Casos. I. Título
CDD 650

Fecha de catalogación: 28/12/2009

DISEÑO DE UN LAYOUT DE PLANTA: MARMICOC ARGENTINA S.A.*

Enrique Yacuzzi (Universidad del CEMA)**
Diego Pinchuk (Marmicoc Argentina S.A.)
Rodolfo Wood (Universidad de Buenos Aires)
Sebastián Kakazu (Universidad de Buenos Aires)

RESUMEN

Se reseña en este documento de trabajo el proceso de rediseño de una planta manufacturera de ollas a presión y productos de menaje. El rediseño tuvo por objetivo transformar una planta de tipo taller a otra que asegura el flujo suave de sus productos a lo largo del proceso productivo. El nuevo layout, que ya está implementado y funcionando, forma parte de un proceso integral de modernización de Marmicoc Argentina S.A.

La estrategia de la empresa se explica en la primera parte del trabajo. La modificación del layout tuvo como primer objetivo el incremento de la capacidad productiva, desde 2.500 unidades por mes a 15.000 unidades, en una primera etapa, y a 30.000, en una segunda etapa. Además, se lograron mejoras en la calidad de los productos, ahorro de tiempo de producción y manipuleo de los productos intermedios, y mejoras en el control visual de la producción. Asimismo mejoraron el uso del espacio, la calidad de vida de la planta y la motivación de los empleados, que perciben los cambios profundos en el sistema productivo.

El artículo describe las bases de la manufactura en flujo moderna, que constituyen los fundamentos del nuevo layout, y explica el método de diseño de la nueva distribución; también, despliega el cambio de conciencia que se produce al encarar el proyecto desde una nueva óptica: la manufactura en flujo moderna.

El núcleo del artículo presenta ocho procesos representativos de fabricación por medio de diagramas de proceso, así como otros tantos planos de la planta sobre los cuales se ha superpuesto el flujo de la fabricación de diversos productos. El nuevo layout nace, en parte, de la aplicación de estas herramientas y, en parte, de la aplicación de la experiencia industrial propia de los autores y de terceras partes. El artículo incluye cuadros de resultados comparativos, análisis de capacidades y cuellos de botella, y una reseña de los beneficios del cambio. Se cierra con algunas preguntas típicas de un estudio de caso.

JEL: M0, M1, Z00

Key words: Layout, manufactura moderna, manufactura en flujo, ollas a presión, productos de menaje.

* Las opiniones de esta publicación son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan las de la Universidad del CEMA.

** Dirigir la correspondencia a: Prof. Enrique Yacuzzi, Universidad del CEMA, Av. Córdoba 374, (C1054AAP) Buenos Aires, Argentina. Tel. (54-11) 6314-3000; FAX: (54-11) 4314-1654. e-mail: ey@cema.edu.ar.

I. INTRODUCCIÓN: LA EMPRESA Y SU ESTRATEGIA

Marmicoc Argentina S.A. es una empresa productora de ollas a presión y productos de menaje fundada en 1948. Tiene su planta en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en el barrio de Chacarita, donde también se encuentran sus oficinas administrativas y el área de servicio al cliente. Es una empresa familiar, actualmente dirigida por la segunda y tercera generación. Tiene canales de venta en toda la Argentina y ha realizado negocios de exportación.

La empresa conoció períodos de gran crecimiento, alternados con otros de estancamiento o reducción de su actividad, motivados, fundamentalmente, por los altibajos de la economía nacional. Hacia fines de 2003, Marmicoc comenzó un proceso de transformación total de su sistema gerencial, que incluiría las operaciones productivas, las tareas administrativas y la gestión de servicio al cliente. Dentro de ese proceso de transformación se inscribe el diseño del nuevo layout, objeto de este documento de trabajo.

El proceso de transformación, que coincidió con un cambio generacional en la conducción de la firma, se dio en el contexto de una filosofía empresarial que no ha cambiado y que, por el contrario, se ha fortalecido. Examinemos los ejes principales de esta filosofía.

La empresa sigue un así llamado “pequeño conjunto de principios rectores de Marmicoc Argentina S.A.”. Allí se incluyen: la integridad y la honestidad; la búsqueda permanente de la innovación y la diferenciación; la responsabilidad social corporativa; la cercanía entre el consumidor y la empresa; y el objetivo de mejorar la calidad de vida de la gente.

Los principios rectores inspiran la visión de la empresa: *“Brindar soluciones a los consumidores ‘de la cocina a la mesa’, colaborando en el mejoramiento de su calidad de vida a través de la innovación y de la interacción permanente con ellos”*. También enmarcan a su misión: *“Crear, diseñar, producir y comercializar productos que acompañen los cambios en la forma de cocinar de nuestros consumidores, de modo que los productos ayuden a conservar los sabores naturales, contribuyan a la salud de la gente y faciliten sus tareas domésticas, a través de la aplicación de progresivos avances tecnológicos y de una permanente interacción con el mercado”*.

A lo largo de más de medio siglo, Marmicoc ha desarrollado y mantenido una cultura que se cimienta sobre los valores que impuso su fundador, el Sr. Juan Goldstein, a saber: la tradición familiar, o “familiaridad MARMICOC”; el sentimiento de pertenencia a la empresa; un “toque artesanal” en una fábrica con sistemas normalizados; la capacidad de trabajar en equipo; la polivalencia funcional; y el mantenimiento de un sistema industrial abierto, receptivo a las influencias del exterior. Estos valores culturales son las herramientas y capacidades que sirven a la adaptación y flexibilidad que busca la compañía para competir y crecer en un entorno dinámico.

La estrategia de Marmicoc se basa en su propuesta de valor, compuesta por tres variables: 1) atributos de los productos; 2) imagen de marca; y 3) relación con los clientes y consumidores¹. Para tornar operativa a esta estrategia, la empresa se ha fijado objetivos rectores: productividad, calidad, diseño y foco en el capital humano –que constituyen el núcleo de la estrategia funcional de operaciones–, a los que debe sumársele la rentabilidad para los accionistas. Para cumplir sus objetivos, la empresa viene desarrollando acciones que resumimos así: aplicación de las herramientas de la mejora continua; implementación de las normas ISO 9000 en todos los procesos empresariales; capacitación permanente del personal; e incremento de la capacidad productiva a través de una mayor y mejor inversión en bienes de capital. Como complemento imprescindible de la estrategia de operaciones está la estrategia comercial, a partir de la cual se genera el círculo virtuoso de la producción, las compras, los pagos, las cobranzas, etc., y que gira alrededor de la búsqueda de la diferenciación en los productos y la segmentación a nivel de los clientes y consumidores².

¹ LOS atributos de los productos incluyen: calidad superior a la media del mercado; alto estándar en el servicio (superior al de la competencia); precio competitivo pero superior a la media del mercado; e innovación (búsqueda de un *mix* de diseño y funcionalidad). La imagen de marca resume tres elementos: “Lo familiar”, “el sabor” y “el cuidado de la salud”. Finalmente, la relación con los clientes y consumidores debe ser cercana (proximidad) y de experimentación (interacción).

² Las razones de esta estrategia comercial se basan en los siguientes puntos:

- Hay necesidades diversas por parte de los compradores que no es satisfecha por “precios baratos o económicos”.
- Existen diversas formas de diferenciar nuestros productos en aquellas variables consideradas valiosas por el cliente.
- Segmento con mayores necesidades o más exigentes en la adquisición de los productos.
- Existencia en el mercado de un líder en costos con el que Marmicoc no puede competir bajo esta estrategia. La empresa debe estar atenta a algunas cuestiones como los cambios en las preferencias y necesidades de los compradores (miembros de los canales de distribución), prestar especial atención

II. OBJETIVOS Y RESULTADOS DE LA MODIFICACIÓN DEL LAYOUT

En función de los estudios económicos y de ingeniería realizados a principios de 2004, se procedió a un cambio de layout que contempla un aumento de la producción desde 2.500 unidades mensuales a un total de 15.000 unidades mensuales, en una primera etapa, y a 30.000, en una segunda. Para la etapa inicial, la alta dirección estimó, sobre la base de los estudios técnicos, que la cantidad de ollas a presión por fabricar sería de 5.000 unidades y que el número de unidades de menaje alcanzaría las 10.000. Este supuesto es utilizado a lo largo del documento para establecer los cálculos de requerimientos de producción³.

Este documento aporta información sobre los beneficios obtenidos con el cambio de distribución de las máquinas frente al esfuerzo que demandará la obra civil. Se adjuntan tablas de distancias ahorradas y tiempos estimados ganados, comparando la distribución original con la distribución posterior a la transformación del layout. También se adjunta información sobre cuellos de botella y capacidades necesarias para los futuros niveles de producción. En dicha información se indican las máquinas que sería necesario adquirir para poder cumplir con la producción deseada.

II.1. Resultados

Como se mostrará en el presente documento, el estudio del cambio de la distribución del layout de la planta produce como resultado inmediato una reducción en los tiempos de producción y manipuleo de las materias primas intermedias. Debido a que se sugiere una distribución lógica en el posicionamiento de las máquinas, el transporte de los productos en proceso se acorta, ahorrando tiempo de traslado de una estación a la siguiente y, como resultado secundario, disminuyendo el riesgo de deterioro de los productos.

En los productos de mayor producción se ahorrarían casi 180 horas-hombre al mes con la demanda actual, de aproximadamente 6400 piezas (se entiende por pieza al cuerpo de un producto o su tapa, contadas por separado). Esto es equivalente a un operario que destina todo su tiempo de trabajo a transportar los productos en su fase de producción, operación que no agrega valor a los productos. Extrapolando el cálculo a una producción

a los consumidores (el usuario final), observar permanentemente los movimientos de la competencia y comunicar los diferenciales de la marca y los productos.

³ La documentación de detalle puede solicitarse a los autores.

esperada de 15.000 unidades al mes, el ahorro generado en mano de obra sería de 614 horas al mes, o, aproximadamente, de 3,5 personas dedicadas exclusivamente al transporte.

Las ventajas del cambio de layout no se limitan al ahorro de personal de transporte. También incluyen la mejora de la calidad de vida en la planta, una mejor utilización del espacio, que permite la creación de espacios de descanso para el personal, la concreción del control visual de toda la planta, la mejora en la calidad de los productos por la introducción de la filosofía del “Just-In-Time”, y el aumento de la motivación de los empleados de planta, ante la realización de cambios profundos en el sistema productivo.

III. LA MANUFACTURA EN FLUJO MODERNA: BASE DEL NUEVO LAYOUT

El nuevo layout busca como objetivo fundamental la manufactura en flujo. Se la conoce también como flujo en línea, y se materializa en el layout para un producto específico. En la planta de Marmicoc existen flujos dominantes en el proceso de fabricación, y esto permite utilizar con provecho la manufactura en flujo⁴. Las principales ventajas de este layout son las siguientes:

- Se simplifica el manejo y el movimiento de los materiales, que se realiza con mayor seguridad.
- Se reduce el espacio necesario para una determinada cantidad de producción.
- Se facilita el control de la producción, con poca documentación escrita para el seguimiento de cada orden de trabajo en la planta, dado que el propio layout va condicionando las prioridades de control.

⁴ Llamamos flujo dominante al que se genera en la fabricación de los productos de mayor volumen de fabricación. Dada la variedad de productos y modelos que entrega la fábrica, no es posible trabajar con líneas de producto en las que solamente se fabrique un producto dado. Por lo tanto, el sistema de producción de Marmicoc es un sistema híbrido, en parte taller y en parte línea de producción. Los flujos dominantes reflejan, entonces, las características más cercanas a las de una línea de producción: durante gran parte del tiempo las máquinas trabajan como si fueran parte de una línea, mientras que, en otros momentos, cuando se fabrican productos de menor salida, las máquinas se utilizan como si fueran parte de un taller.

Recomendamos las siguientes referencias bibliográficas para profundizar en los conceptos de manufactura en flujo, organización de tipo taller y de línea de producción, así como los métodos para diseñar un nuevo layout: Krajewski et al. (1996), Schmenner (1993) y Schroeder (1992).

- El inventario de producto en proceso se reduce a una pequeña fracción del necesario en otros tipos de layout, como el del taller tradicional (o el layout actual de Marmicoc⁵).
- Los tiempos de ciclo de la producción pueden reducirse.
- Al reducirse los tiempos de ciclo de cada producto se agiliza la información de *feedback* sobre calidad (productos defectuosos, causas, lugar de origen del problema, etc.). La información sobre calidad también se hace más efectiva, en cuanto a que pueden implementarse mejor las soluciones a los problemas.
- Uso eficiente de la mano de obra.
- Se potencia la especialización de métodos y herramientas en cada estación de trabajo.

IV. MÉTODO DE DISEÑO DEL NUEVO LAYOUT

La ingeniería industrial aplicada al diseño de layouts es tanto ciencia como arte, y ocupa grandes espacios en las bibliotecas especializadas. En esta sección destacamos solamente algunos pasos clave que seguimos en la elaboración del nuevo diseño.

1. **Observación del flujo del proceso.** Esto se realizó desde los primeros días del relevamiento y permitió detectar los flujos principales y las restricciones al layout impuestas por el proceso (por ejemplo, se embute el disco antes de refilarlo) o por la tecnología (al repujar las ollas T10 –de un modelo anterior– era necesario llevarlas a un horno situado, por sus características, fuera de la nave central de la planta, lo cual complicaba el flujo de los materiales).
2. **Evaluación de la importancia numérica de los diversos flujos.** En una producción variada como la de Marmicoc, con varias decenas de productos que se fabrican, en muchos casos, en pequeñas cantidades, es imposible diseñar un layout que optimice el movimiento de todos los productos. Por lo tanto, se trabajó sobre un esquema ABC de los productos para dar prioridad a los de mayor volumen de

⁵ Ver, por ejemplo, los diagramas de flujo de los procesos del Apéndice VII del documento de los autores “Relevamiento de las instalaciones y procesos de manufactura con recomendaciones iniciales para el incremento de la productividad”, 1 de marzo, 2004. (Documentación disponible a través de los autores.)

producción. La clasificación ABC se basó en las proyecciones de los planes de producción⁶.

3. **Determinación de las necesidades de espacio en cada estación de trabajo.** Esta es una decisión clave, en la que confluyen aspectos contradictorios. Por una parte, los conceptos modernos de la fabricación llevan a reducir el espacio de almacenamiento intermedio entre las estaciones de trabajo⁷. Por otra parte, el crecimiento anticipado en las cantidades de producción –de hasta 30.000 unidades por mes– lleva a anticipar un incremento, que se debería mantener de todos modos al mínimo, en el tamaño de los lotes dejados como almacenamiento intermedio entre estaciones de trabajo. Finalmente, el personal de la planta, cuyas opiniones deben escucharse y respetarse, está acostumbrado a “trabajar con stock”, con lo cual la demanda de espacio intermedio entre máquinas tiende a crecer. Las recomendaciones de los autores sobre este punto están reflejadas en los planos del layout nuevo, y se basan en dos premisas:

- Afianzar la seguridad e higiene industrial.
- No invitar a la acumulación innecesaria de *stocks* intermedios.

4. **Distribuir las instalaciones en el nuevo layout.** Por medio de herramientas como tablas y diagramas de hilos y la consulta con directivos, supervisores y personal de planta, además del ensayo y error, se conformó un layout que satisface, en general, la naturaleza y capacidad de los flujos principales, sujeto a las restricciones de espacio y la tecnología del proyecto. Quedaron algunos detalles por definir, así como aspectos constructivos que se ajustaron sobre la base de información de productos comerciales provista por los consultores y en consulta con la Arq. Inés Pinchuk, Directora de Marmicoc, y los responsables de la obra civil. Las decisiones finales quedarían, naturalmente, a cargo del Directorio.

5. **Determinación de los flujos de tránsito de los materiales y personas.** Los patrones principales de movimiento de materiales y personas se han indicado en numerosos planos en este documento. El impacto en el trabajo y la economía de la planta se ilustra con diversas tablas.

⁶ Ver la sección II de la “Memoria de las actividades de consultoría y capacitación: abril-julio de 2004”, agosto 2004, disponible a través de los autores.

⁷ Yacuzzi et al. (2008) presentan conceptos clave de la manufactura moderna.

6. **Análisis de los cuellos de botella.** Si bien este paso no es, estrictamente hablando, parte del proceso de diseño del layout, es importante analizar los cuellos de botella pues estos determinan, en última instancia, la capacidad del proceso. Los cuellos de botella se estudian en este documento con bastante detalle, aunque omiten algunas mediciones y verificaciones de datos (en especial, en las áreas de Pintura y Arenado).
7. **Evaluación de la seguridad en el layout propuesto.** Este paso tampoco es parte del proceso *standard* de diseño de un layout. Sin embargo, nada hay más prioritario que la seguridad y la salud ocupacional del personal. Se acepta, entre otras cosas, que los supervisores deben ser evaluados en función de la forma en que respetan y hacen respetar las normas de seguridad; y que los gerentes y directivos no deben tomar decisiones de inversión en sistemas de seguridad e higiene sobre la base del cálculo costo-beneficio, sino sobre la base del impacto y la conveniencia de la inversión en la seguridad de la planta. El diseño del layout, o las implementaciones constructivas, también pueden estar afectados por las consideraciones de seguridad e higiene. Amén del ancho de los pasillos y la ubicación de los matafuegos y vías de escape, se debe prever el efecto de las modificaciones del nuevo layout. A título de ejemplo: si de la construcción de nuevas aberturas entre las áreas de Pulido y Fábrica se anticipara un incremento en el nivel de ruido de la Fábrica, sería necesario instalar puertas adecuadas para aislar ambos espacios cuando sea posible; análogamente, si estas aberturas incrementaran las impurezas del aire⁸ del sector Fábrica por efecto de partículas de la sección Pulido, sería necesario instalar cortinas de aire u otro dispositivo para mitigar los malos efectos del cambio.

V. CAMBIO DE CONCIENCIA SOBRE LA MANUFACTURA

A lo largo de 2004 se trabajó en la capacitación y en los grupos de mejora sobre el llamado “cambio de conciencia sobre la manufactura”⁹. Junto con el movimiento de las

⁸ Estas impurezas afectarían tanto la salud del personal como la calidad del trabajo en las prensas y balancines.

⁹ Ver “Memoria de las actividades de consultoría y capacitación: Abril-julio de 2004”, agosto, 2004.

(Documentación disponible a través de los autores.)

5S¹⁰, también iniciado en la planta de Marmicoc, este cambio constituye uno de los pilares de la modernización fabril.

Punto de vista tradicional	Punto de vista moderno
<ol style="list-style-type: none"> 1. La calidad es costosa. 2. Los ingenieros y gerentes son expertos. Los operarios siguen sus órdenes. 3. Los errores son inevitables y se detectan en la inspección. 4. El inventario es útil. Mantiene a la producción en marcha. 5. El tamaño de los lotes debe ser el del lote económico óptimo. 6. Las colas de los procesos de trabajo intermedio son necesarias porque aseguran una alta tasa de utilización de la maquinaria. 7. La automatización es valiosa porque reduce la cantidad de mano de obra necesaria. 8. La reducción de costos se obtiene reduciendo la cantidad de mano de obra en cada producto y utilizando las máquinas a alta tasa. Las altas tasas de producción son valiosas. 9. Los materiales deben coordinarse y sacarse de la fábrica cuanto antes, empujándolos. 10. La flexibilidad tiene un costo: exceso de capacidad, equipo de propósitos generales, inventarios, costos indirectos, etc. 11. Las funciones auxiliares generales son fundamentales. 12. El trabajo es un costo variable. 13. Las máquinas son corredores de 100 m llanos. Es normal esperar que a veces sufran desgarramientos. 14. Cómprele a múltiples proveedores. 15. La expedición apurada (apagar incendios) es un modo de vida. 16. Trabajar significa ensuciarse las manos. 17. Se esperan resultados en el corto plazo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La calidad no tiene costo. 2. Los operarios son expertos. Los ingenieros y gerentes están a su servicio. 3. Los errores son tesoros, cuyo estudio lleva a mejorar los procesos. 4. El inventario es el mal: oculta problemas que deberían emerger. 5. Los tamaños de lote deben ser pequeños, preferiblemente de una unidad. 6. Si comenzó a moverse, que siga moviéndose. La producción debe ser JIT, sin colas de productos intermedios. 7. La automatización es valiosa porque facilita la calidad consistente. 8. La reducción de costos se deriva de apurar el producto en la fábrica. Se valora el tiempo de <i>throughput</i>. 9. Los materiales deben ser “tirados” (no empujados) por los procesos productivos más cercanos al mercado (aguas abajo). 10. La flexibilidad se deriva de aminorar todos los tiempos de trabajo: tiempo de proceso en fábrica, tiempo de entrega de los proveedores, tiempo de diseño de nuevos productos, tiempo de construcción de matrices, etc. 11. Cualquier trabajo que no agregue directamente valor al producto es un desperdicio. 12. El trabajo es un costo fijo. 13. Las máquinas son corredores de maratón, lentos pero siempre capaces de correr. 14. Cómprele a un solo proveedor. 15. La expedición apurada es un pecado. 16. Hay que estar en la planta tan limpio como en el hogar. 17. La paciencia paga.

Tabla 1. Comparación de los puntos de vista tradicional y moderno sobre la manufactura.

Destacamos en esta sección algunos contenidos de esta “filosofía” modernizadora, construyendo una tabla (Tabla 1) en la que se contrastan puntos de vista tradicionales con

¹⁰ Para el movimiento de las 5S, ver Cura (2003).

puntos de vista modernos. Algunos de estos puntos son más aplicables que otros al proyecto Marmicoc, pero todos dejan sus enseñanzas¹¹.

VI. DISEÑO DEL NUEVO LAYOUT DE LA PLANTA

VI.1. Nomenclatura. La tabla 2 muestra los símbolos utilizados en los planos del layout.

Símbolo	Máquina	Observaciones
SE	Selladora	
PM1	Prensa Mecánica Nro. 1	
PM2	Prensa Mecánica Nro. 2	
Pch	Prensa Chica	
PH	Prensa Hidráulica	
TR	Torno de Refilado	
TRt	Torno de Refilado para tapas	
TO	Torno de Ovalado	
T. Repuj.	Torno de Repujado	No se utiliza para ninguna operación en la actualidad
BG	Balancín Grande	
Apl	Aplanadora de Ollas	
Ag1	Agujereadora de 4 agujeros	
Ag2	Agujereadora de 2 agujeros	
Sold	Soldadora autógena	
Sold pto	Soldadora de punto	
Bb	Bombè	
BA	Balancín de agujereado de tapas	
B	Balancín (de 1 a 5)	
Ar	Arenadora	
Sp	Soldadora de punto	Obsoletas. Se recomienda su eliminación.
NO	Pulidoras	Obsoletas. Se recomienda su eliminación.

Tabla 2. Símbolos utilizados en los planos.

VI.2. Comparación rápida de los layout anterior y nuevo

Las hojas siguientes muestran como primera fotografía los layouts anterior y nuevo. En secciones posteriores se hacen consideraciones de detalle para diversos flujos de producto.

¹¹ Adaptado de Schmenner (1993), página 399.

Layout original



Layout propuesto



VI.3. Explicación del diseño del nuevo layout

El diseño del nuevo layout se basó en las distribuciones de producto presentadas anteriormente, agregando el factor del aumento de la producción, que se quintuplica en la primera etapa de la planificación. Sumado a este factor, la dirección de la empresa estimó más rentable la dedicación de una parte mayor del volumen de ventas a los productos de menaje. Estas circunstancias condicionaron los cálculos de la futura producción.

Teniendo en cuenta las ventas de los productos en el momento de los cálculos, se diferencié entre ollas a presión y menaje. De esta diferenciación se obtuvo el porcentaje de productos que más salida tienen en el mercado (“productos A”) para poder realizar las estimaciones de producción en base a ellos. Luego se los ordenó por similitud de procesos, para poder así obtener el diseño más eficiente de la distribución de las máquinas en cuanto al flujo. Con estas estimaciones se obtuvo la mezcla de productos A que se espera vender con los valores indicados en la Tabla 3.

Producto	Demanda estimada (piezas/mes)
Tapas de ollas (T6, T8 y T10)	4650
Sartenes y cacerolas (excepto línea 28)	4593
Tapas de menaje (24 y 28)	3764
Ollas T6 y T8	2928
Tapas de menaje (12,14,16,20)	2901
Pavas	2300
Olla T10	1750
Lechera 14	1200

Tabla 3. Demanda estimada de los productos más vendidos (productos del tipo A).

Sobre la base de estos valores se realizó el diseño de la nueva distribución con las siguientes premisas, concordantes con los conceptos de manufactura moderna presentados en secciones anteriores.

- **Sistema de producción Just-in-Time:** para aminorar costos de capital inmovilizado por materia prima intermedia en espera.
- **Flujo suave de la producción:** permitirá un aumento de la productividad y una disminución de actividades que no agregan valor; ésta es la principal finalidad del cambio de la distribución de las máquinas.

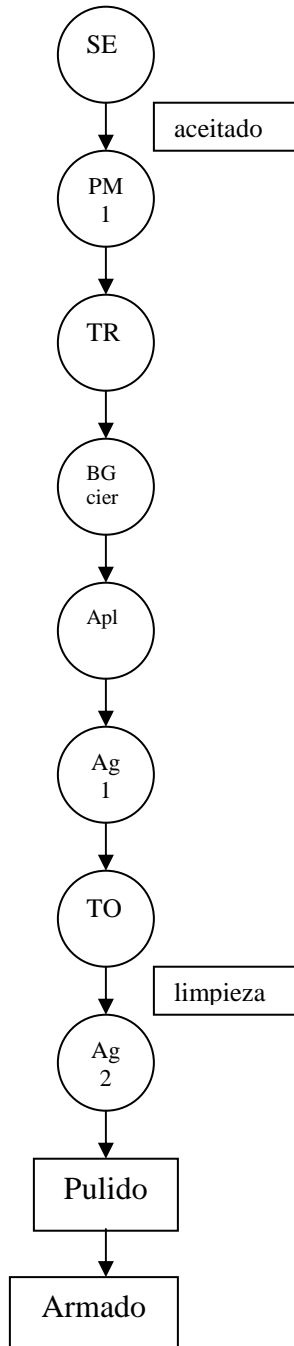
- ***Espacio libre para la instalación de nuevas máquinas:*** debido al gran incremento de la producción surgirá la necesidad de adquirir maquinaria nueva para cumplir con los requerimientos de entrega de producto.
- ***Flexibilidad de la demanda:*** siendo el futuro impredecible, es conveniente mantener la mayor flexibilidad posible en los nuevos sistemas.

VI.4. Flujo de los productos en el nuevo diseño

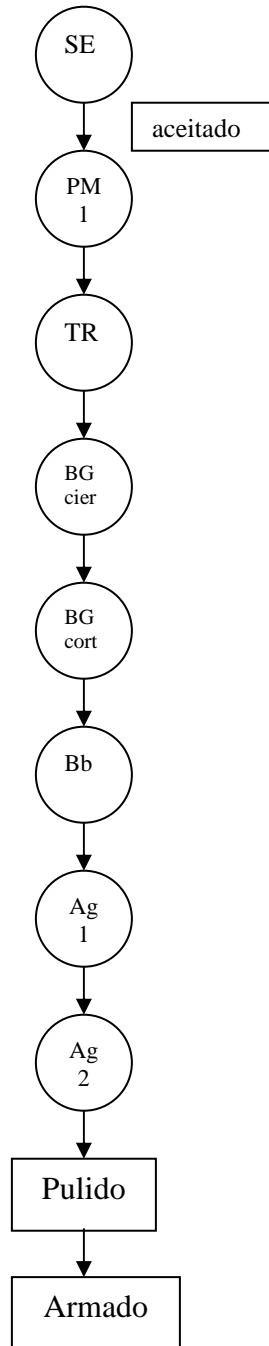
Las páginas 17 a 21 presentan los diagramas de proceso de los productos tipo A considerados. Estos diagramas son la base de la confección de los diagramas de flujo en el nuevo layout, que se muestra en las páginas 22 a 29. El lector podrá juzgar el grado en que se ha logrado el flujo suave. Observará que, en algunos casos, este flujo es realmente suave, mientras que en otros los resultados son menos espectaculares, por las restricciones que conocemos: variedad de productos, variedad de procesos y demanda relativamente pequeña para cada producto (que no permite contar con células totalmente especializadas).

Diagramas de procesos

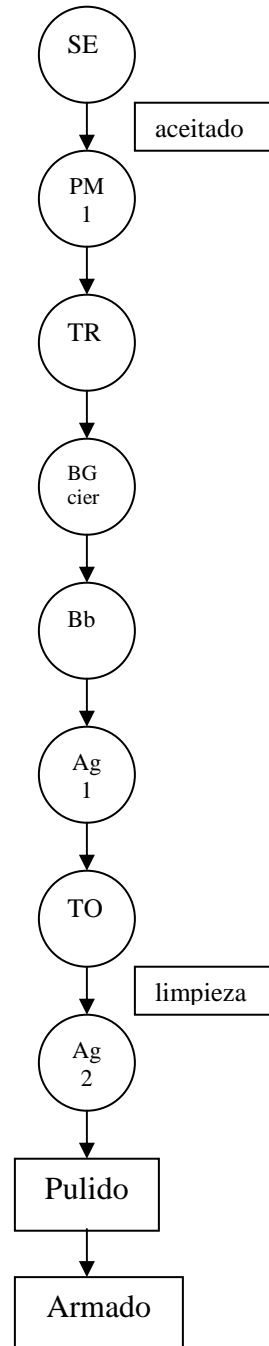
Ollas T10



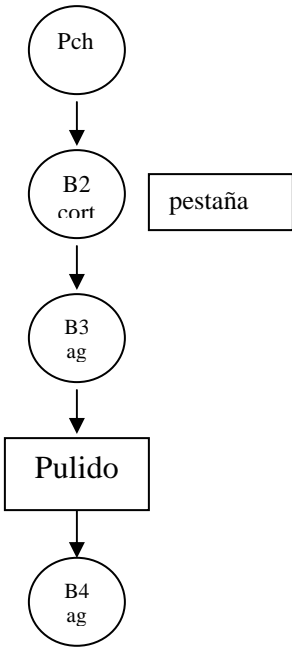
Ollas T6 y T8



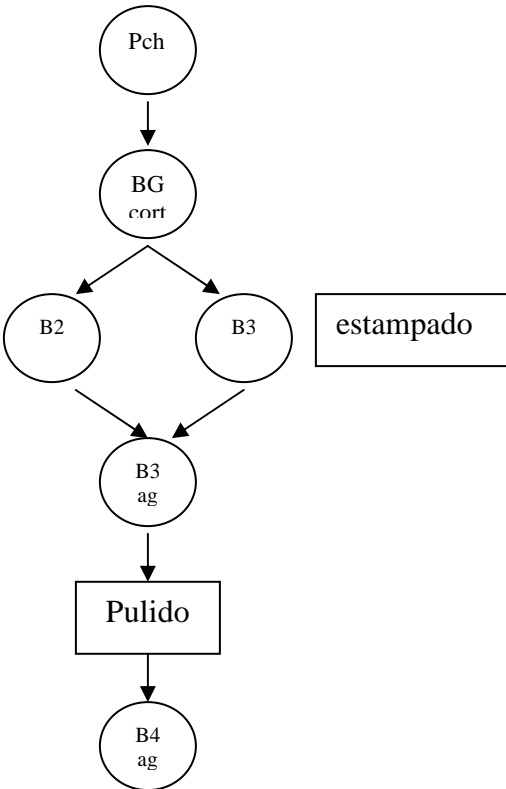
Ollas T4



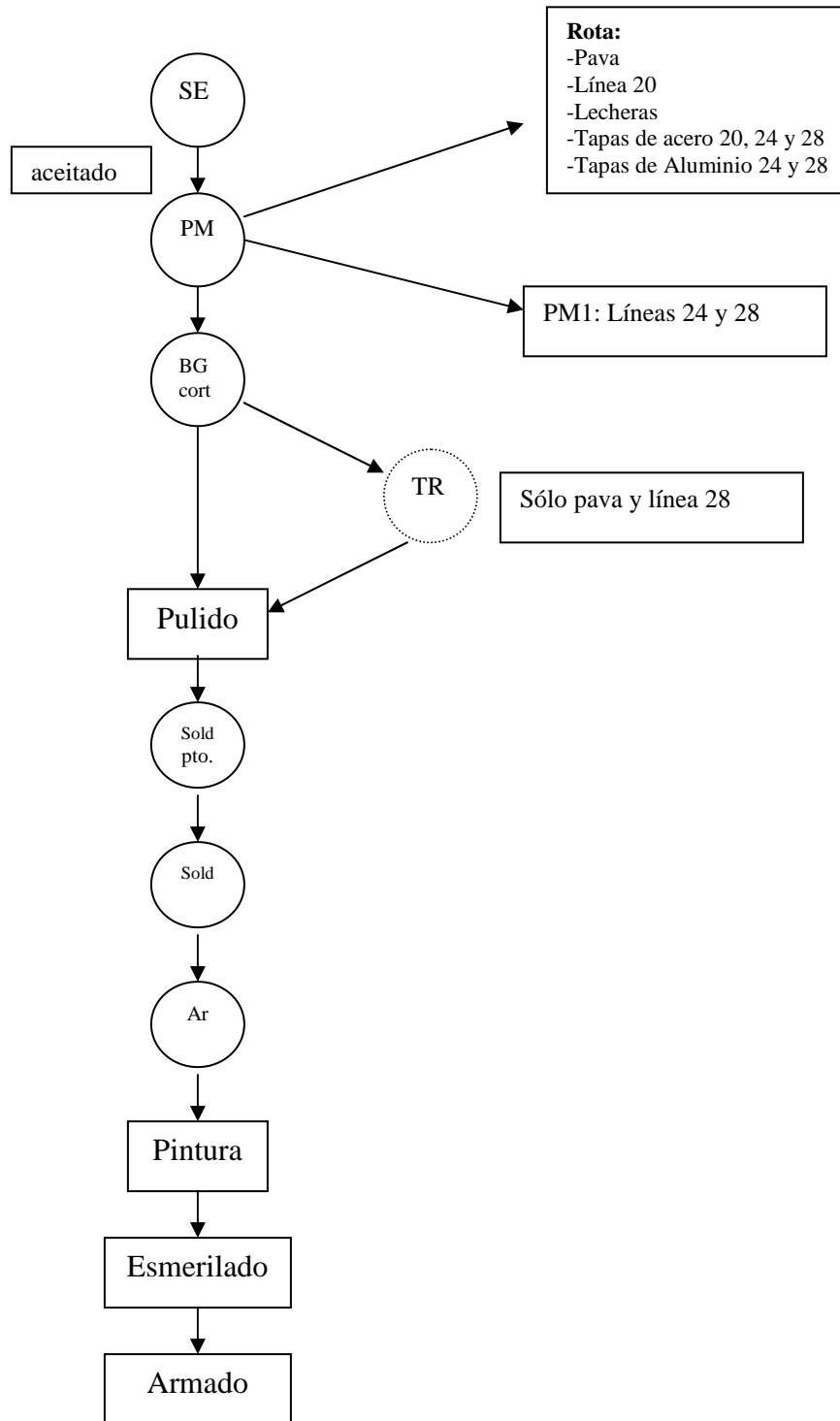
Tapas T6,T8,T10



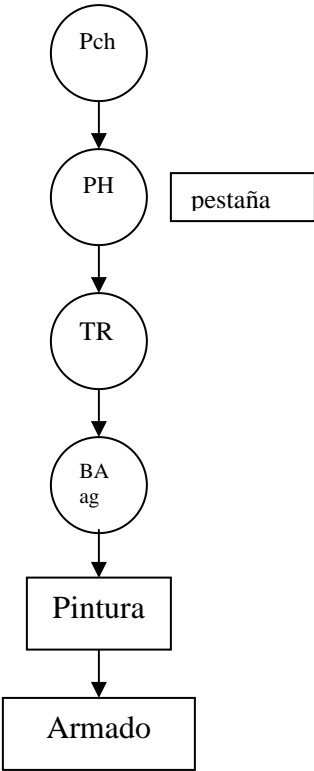
Tapas T4



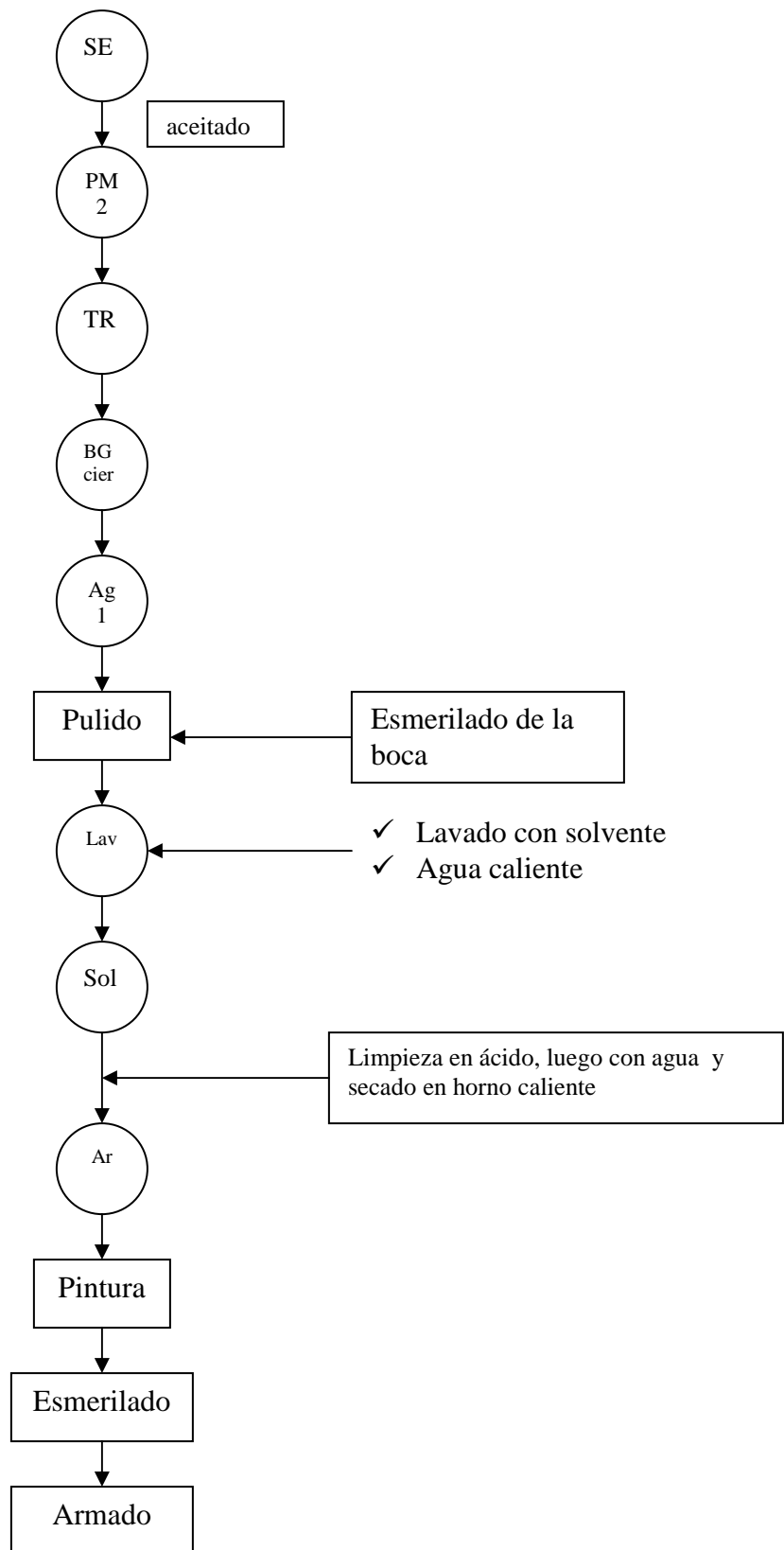
Sartenes y cacerolas (excepto la línea 28)



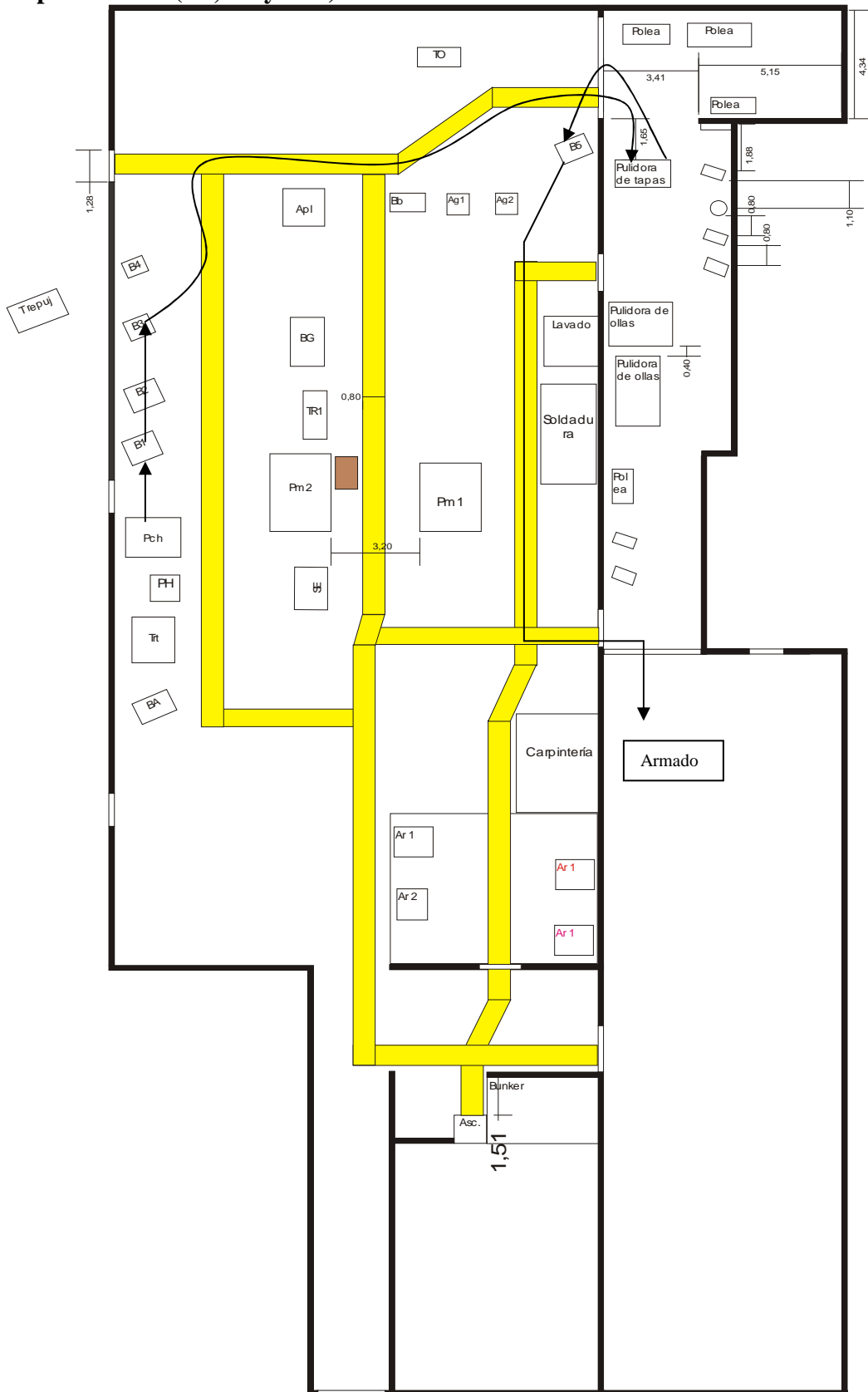
Tapas de menaje 12,14,16,20 (24 y 28)



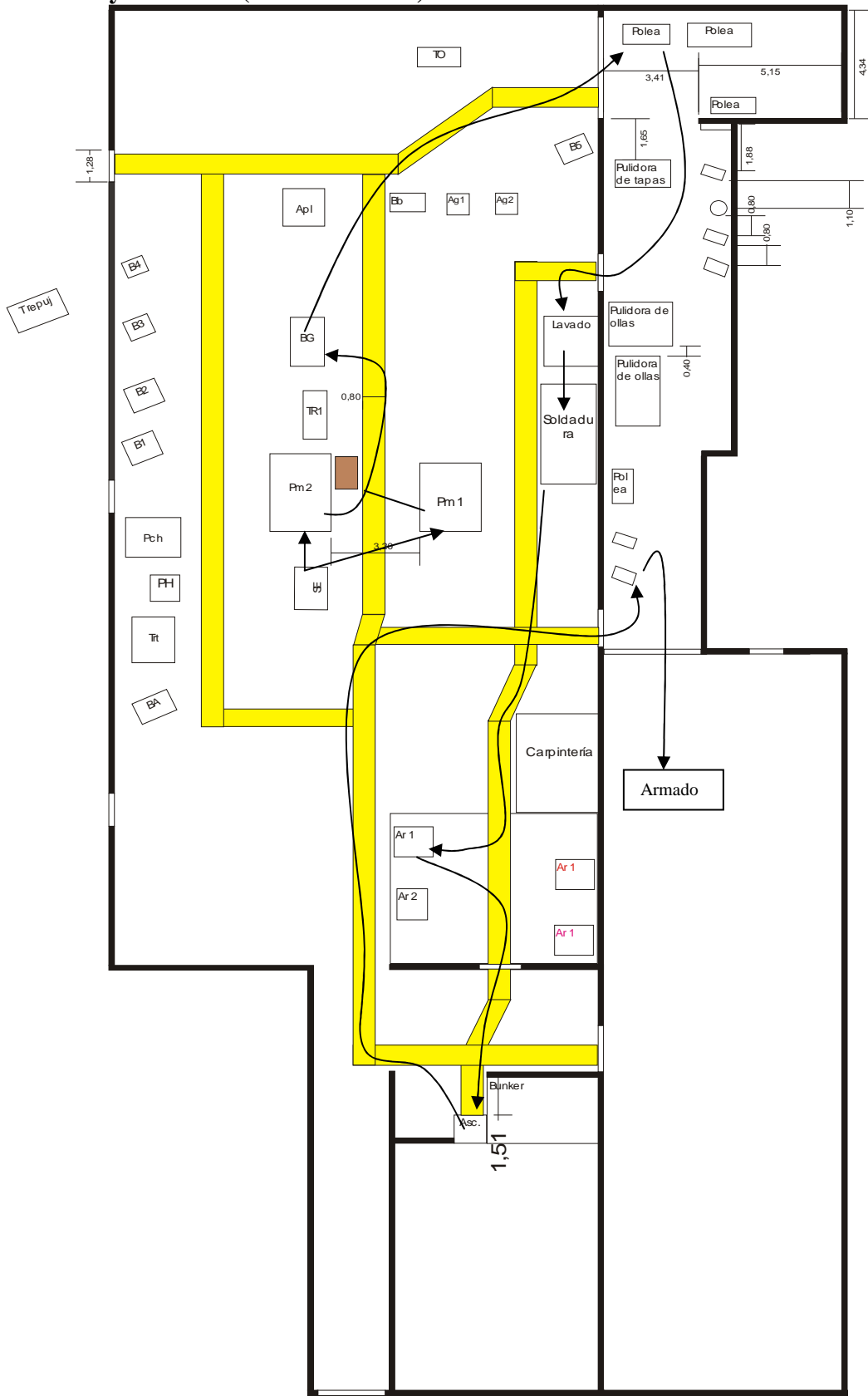
Pava



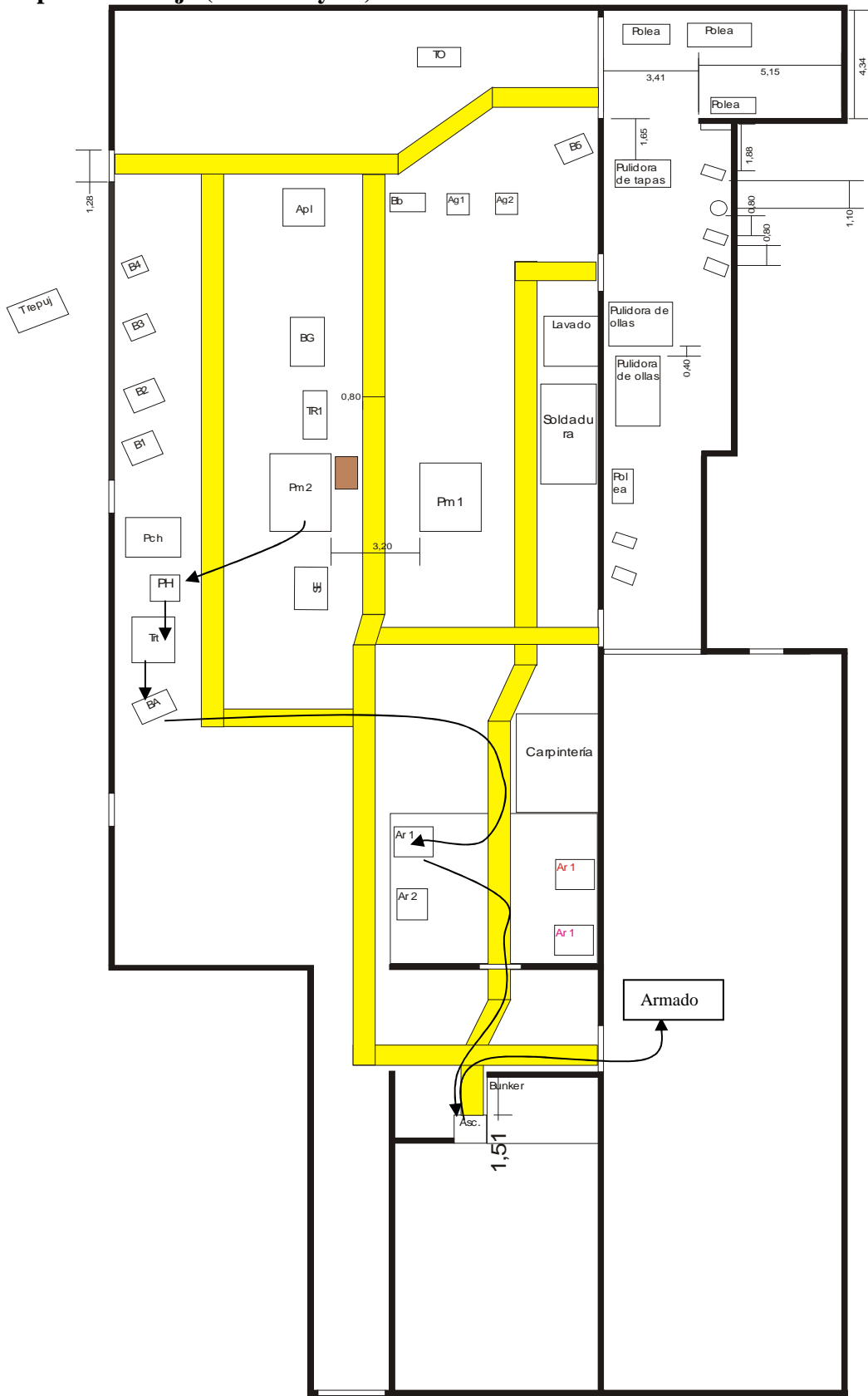
Tapas de ollas (T6, T8 y T10)



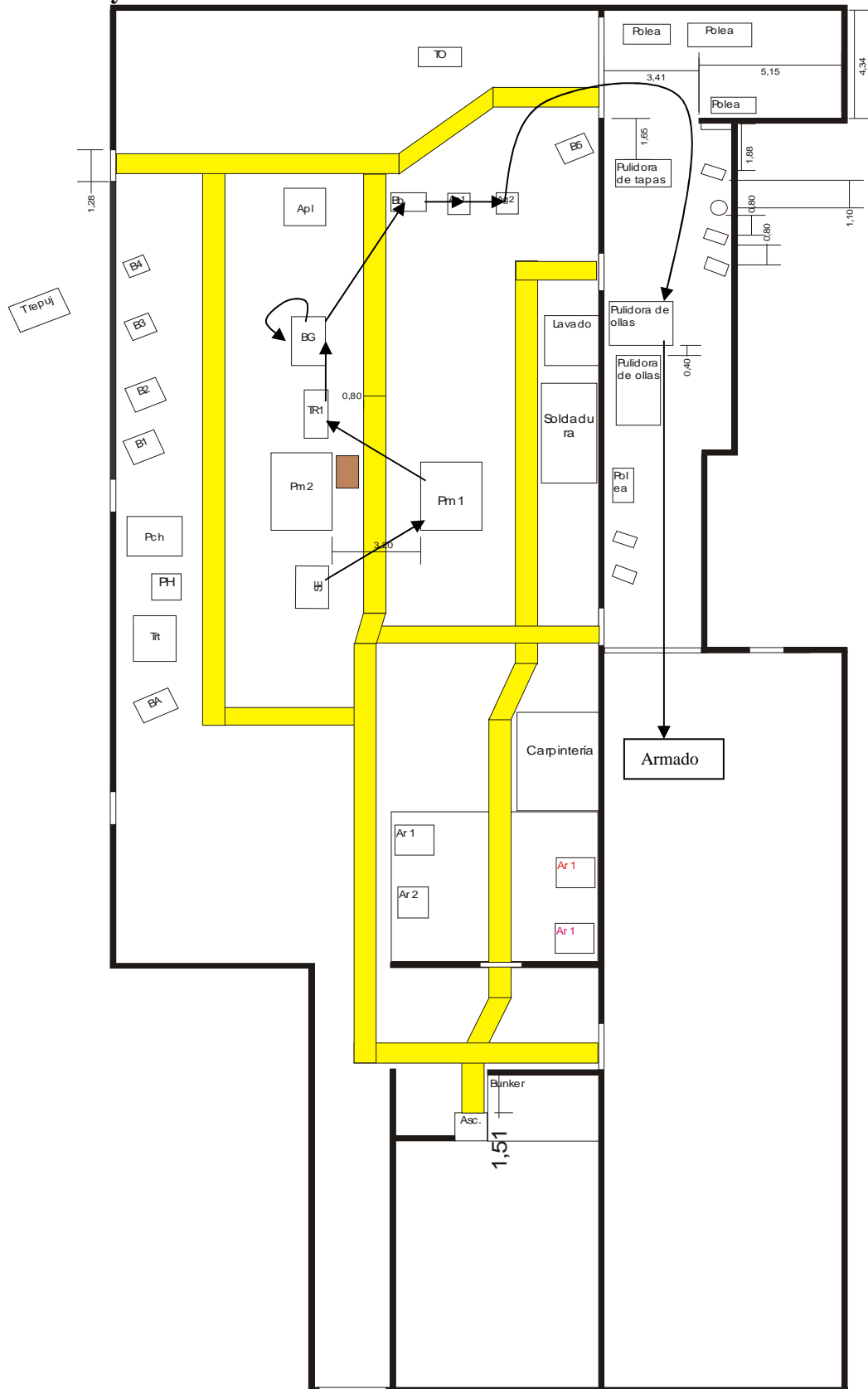
Sartenes y cacerolas (menos línea 28)



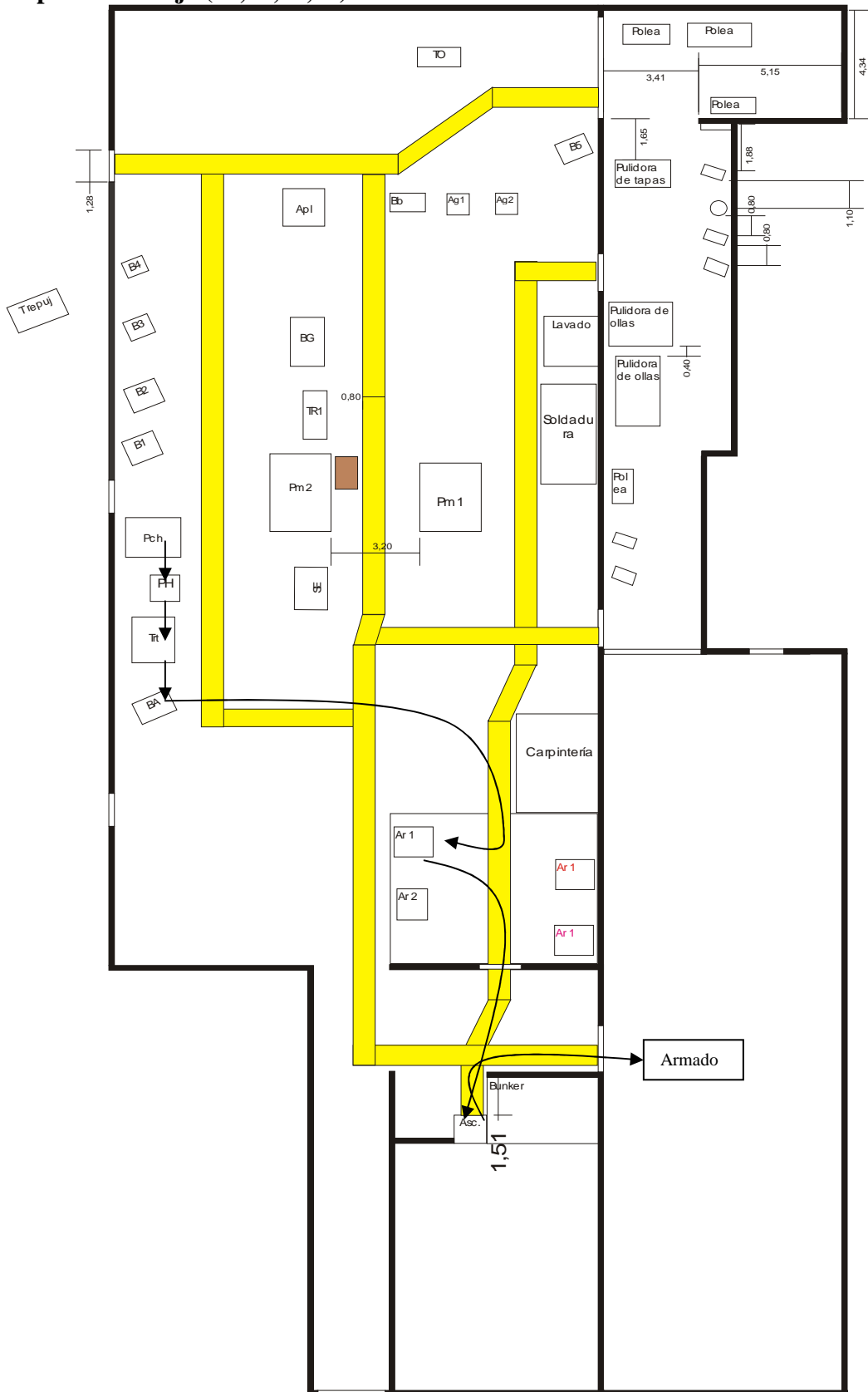
Tapas de menaje (líneas 24 y 28)



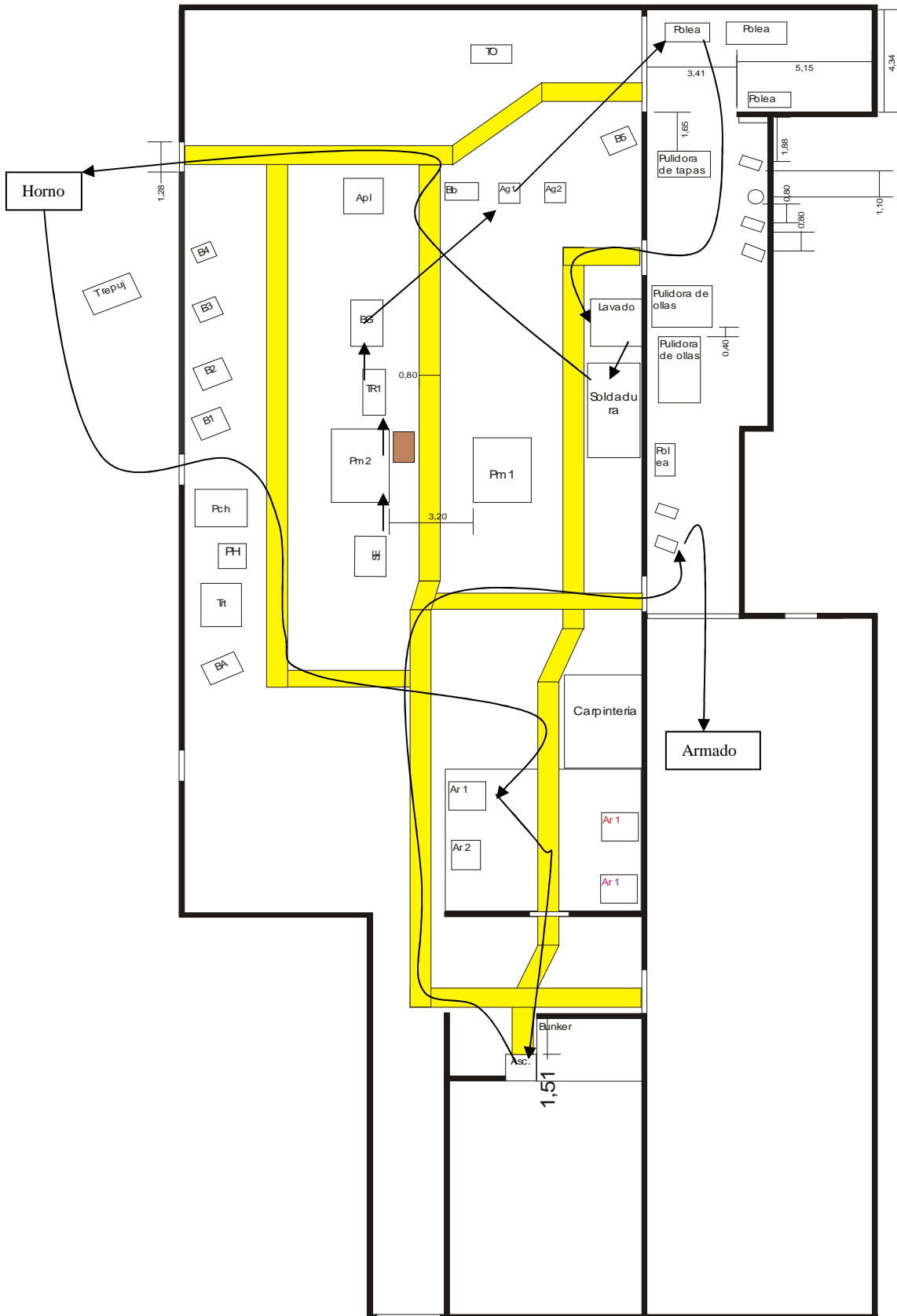
Ollas T6 y T8



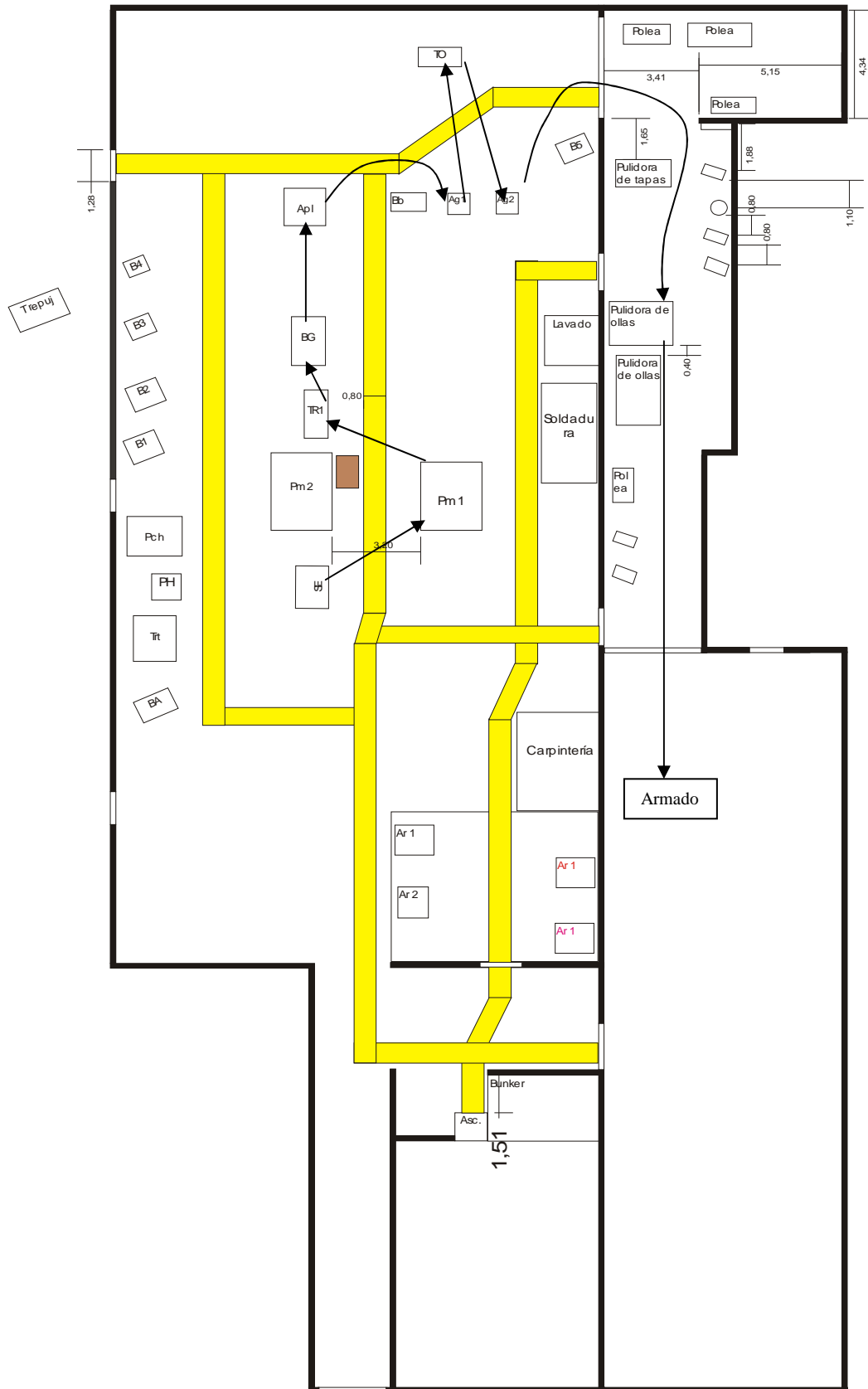
Tapas de menaje (12,14,16,20)



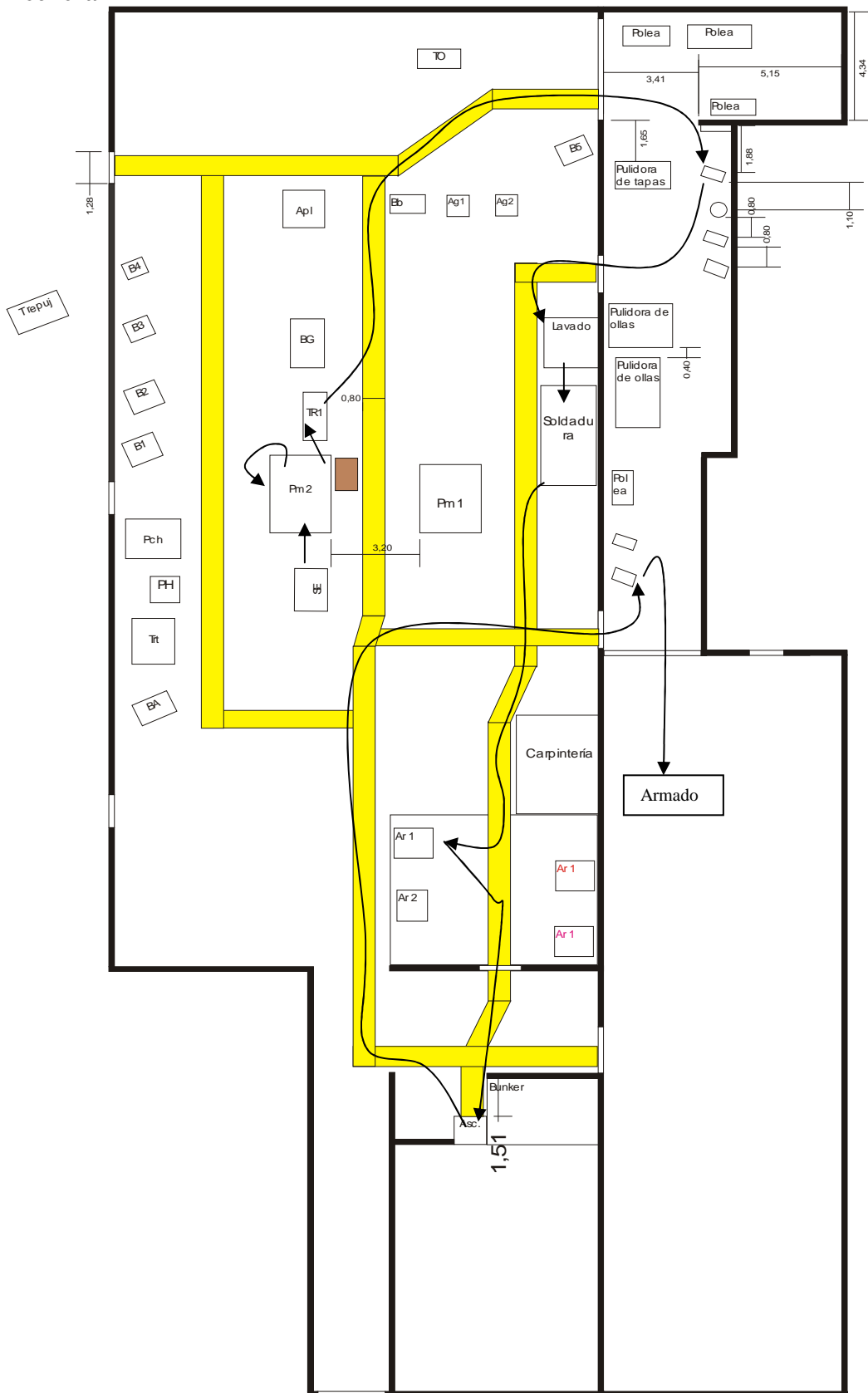
Pavas



Olla T10



Lechera 14



VI.5. Tablas comparativas de distancias con las dos distribuciones de máquinas

A modo comparativo se han tomado las distancias de los diferentes procesos con la antigua y la nueva distribución. De la misma manera se ha calculado el tiempo que demora el transporte de la materia prima en proceso, suponiendo lotes de 50 piezas para todos los productos y que todos los transportes se realizan a pie. Se ha relevado que el tiempo que demora un operario en trasladar 50 ollas a una distancia de 18 pasos es, aproximadamente, de 5 minutos. La distancia de 18 pasos ronda los 10 metros, y los tiempos fueron calculados en base a esta aproximación.

Las tablas siguientes (Tablas 4 a 11) reflejan los cálculos y mediciones realizadas. La Tabla 12 es un resumen de las anteriores. Bajo el encabezamiento “Operación” se indican los centros de trabajo. La “Distancia actual” corresponde a los centros de trabajo indicados en los renglones inmediatamente anterior y posterior al de cada valor de distancia.

Tapas de Ollas (T6, T8, T10)

Operación	Distancia actual (m)	Distancia con nueva distribución (m)	<i>Distancia ahorrada (m)</i>	Tiempo de transporte actual (min.)	Tiempo de transporte después del cambio (min.)	<i>Diferencia (min.)</i>
Pch						
	7	5,7	1,3	3,5	2,85	0,65
B2						
	4,5	5	-0,5	2,25	2,5	-0,25
B4						
	23	28,7	-5,7	11,5	14,35	-2,85
Pulido						
	25	11,5	13,5	12,5	5,75	6,75
B5						
	41	28	13	20,5	14	6,5
Armado						
						0
Total	100,5	78,9	21,6	50,25	39,45	10,8

Tabla 4. Cálculos de distancias y tiempos.

Sartenes y cacerolas (excepto línea 28)

Operación	Distancia actual (m)	Distancia con nueva distribución (m)	<i>Distancia ahorrada (m)</i>	Tiempo de transporte actual (min)	Tiempo de transporte después del cambio (min)	<i>Diferencia (min)</i>
SE						
	6	4	2	3	2	1
PM2						
	16	6	10	8	3	5
BG						
	25,6	22	3,6	12,8	11	1,8
Pulido						
	18	17,4	0,6	9	8,7	0,3
Lavado						
	54	4	50	27	2	25
Sold. Pto						
	85	0	85	42,5	0	42,5
Sold autog.						
	70	17	53	35	8,5	26,5
Arenado						
	73	9,6	63,4	36,5	4,8	31,7
Pintura						
	61	36	25	30,5	18	12,5
Esmerilado						
	58	10	48	29	5	24
Armado						
Total	466,6	126	340,6	233,3	63	170,3

Tabla 5. Cálculos de distancias y tiempos.

Tapas de menaje (líneas 24 y 28)

Operación	Distancia actual (m)	Distancia con nueva distribución (m)	<i>Distancia ahorrada (m)</i>	Tiempo de transporte actual (min.)	Tiempo de transporte después del cambio(min.)	<i>Diferencia (min.)</i>
PM2						
	9	5,3	3,7	4,5	2,65	1,85
PH				0	0	
	29	2	27	14,5	1	13,5
TRt				0	0	
	10	2,5	7,5	5	1,25	3,75
BA				0	0	
	55	17,5	37,5	27,5	8,75	18,75
Ar				0	0	
	73	9,6	63,4	36,5	4,8	31,7
Pintura				0	0	
	11	11	0	5,5	5,5	0
Armado				0	0	
				0	0	
Total	186,5	47,9	139,1	93,5	23,95	69,55

Tabla 6. Cálculos de distancias y tiempos.

Ollas T6 y T8

Operación	Distancia actual (m)	Distancia con nueva distribución (m)	<i>Distancia ahorrada (m)</i>	Tiempo de transporte actual (min.)	Tiempo de transporte después del cambio (min.)	<i>Diferencia (min.)</i>
SE						
	7	5	2	3,5	2,5	1
PM1				0	0	
	6	3	3	3	1,5	1,5
TR				0	0	
	6	3	3	3	1,5	1,5
BG corte				0	0	
	0	0	0	0	0	0
BG cierre				0	0	
	6	6	0	3	3	0
Bb				0	0	
	2	2	0	1	1	0
Ag1				0	0	
	2	2	0	1	1	0
Ag2				0	0	
	22	23	-1	11	11,5	-0,5
Pulido				0	0	
	18	18	0	9	9	0
Armado				0	0	
				0	0	
Total	69	62	7	34,5	31	3,5

Tabla 7. Cálculos de distancias y tiempos.

Tapas de menaje (12, 14, 16, 20)

Operación	Distancia actual (m)	Distancia con nueva distribución (m)	<i>Distancia ahorrada (m)</i>	Tiempo de transporte actual (min.)	Tiempo de transporte después del cambio(min.)	<i>Diferencia (min.)</i>
Pch						
	24	2	22	12	1	11
PH						
	29	2	27	14,5	1	13,5
TRt						
	10	2,5	7,5	5	1,25	3,75
BA						
	55	17,5	37,5	27,5	8,75	18,75
Ar						
	73	9,6	63,4	36,5	4,8	31,7
Pintura						
	11	11	0	5,5	5,5	0
Armado						
Total	202	44,6	157,4	101	22,3	78,7

Tabla 8. Cálculos de distancias y tiempos.

Pavas

Operación	Distancia actual (m)	Distancia con nueva distribución (m)	<i>Distancia ahorrada (m)</i>	Tiempo de transporte actual (min.)	Tiempo de transporte después del cambio (min.)	<i>Diferencia (min.)</i>
SE						
	6	4	2	3	2	1
PM2						
	9	3	6	4,5	1,5	3
TR						
	6	3	3	3	1,5	1,5
BG corte						
	7,7	7	0,7	3,85	3,5	0,35
Ag1						
	24	13	11	12	6,5	5,5
Pulido						
	27,6	16,4	11,2	13,8	8,2	5,6
Lavado						
	31	4	27	15,5	2	13,5
Soldadura						
	22	18,6	3,4	11	9,3	1,7
Limpieza						
	49	17	32	24,5	8,5	16
Arenado						
	73	11,5	61,5	36,5	5,75	30,75
Pintura						
	61	36	25	30,5	18	12,5
Esmerilado						
	58	10	48	29	5	24
Armado						
Total	374,3	143,5	230,8	187,15	71,75	115,4

Tabla 9. Cálculos de distancias y tiempos.

Olla T10

Operación	Distancia actual (m)	Distancia con nueva distribución (m)	<i>Distancia ahorrada (m)</i>	Tiempo de transporte actual (min.)	Tiempo de transporte después del cambio (min.)	<i>Diferencia (min.)</i>
SE						
	7	5	2	3,5	2,5	1
PM1						
	6	3	3	3	1,5	1,5
TR						
	6	3	3	3	1,5	1,5
BG						
	7,7	6	1,7	3,85	3	0,85
Apl						
	12	5,5	6,5	6	2,75	3,25
Ag1						
	16	5,5	10,5	8	2,75	5,25
TO						
	17,7	5,5	12,2	8,85	2,75	6,1
Ag2						
	22	23	-1	11	11,5	-0,5
Pulido						
	18	18	0	9	9	0
Armado						
Total	112,4	74,5	37,9	56,2	37,25	18,95

Tabla 10. Cálculos de distancias y tiempos.

Lechera 14

Operación	Distancia actual (m)	Distancia con nueva distribución (m)	<i>Distancia ahorrada (m)</i>	Tiempo de transporte actual (min.)	Tiempo de transporte después del cambio (min.)	<i>Diferencia (min.)</i>
SE						
	6	4	2	3	2	1
PM2				0	0	
	0	0	0	0	0	0
PM2				0	0	
	9	3	6	4,5	1,5	3
TR				0	0	
	35	26	9	17,5	13	4,5
Esmerilado				0	0	
	26	16,4	9,6	13	8,2	4,8
Lavado				0	0	
	54	4	50	27	2	25
Sold. Pto.				0	0	
	85	0	85	42,5	0	42,5
Sold. Autog.				0	0	
	70	17	53	35	8,5	26,5
Arenado				0	0	
	73	11,5	61,5	36,5	5,75	30,75
Pintura				0	0	
	61	36	25	30,5	18	12,5
Esmerilado				0	0	
	58	10	48	29	5	24
Armado				0	0	
				0	0	
Total	477	127,9	349,1	238,5	63,95	174,55

Tabla 11. Cálculos de distancias y tiempos.

Resumen de los cálculos de distancias ahorradas y tiempos ganados

Producto	Distancia ahorrada (m)	Tiempo ganado (min.)
Tapas de ollas (T6, T8, T10)	21,6	10,8
Sartenes y cacerolas (excepto línea 28)	340,6	170,3
Tapas de menaje (24 y 28)	139,1	69,55
Ollas T6 y T8	7	3,5
Tapas de menaje (12,14,16,20)	157,4	78,7
Pavas	230,8	115,4
Olla T10	37,9	18,95
Lechera 14	349,1	174,55

Tabla 12. Cálculos de distancias y tiempos: Resumen.

VI.6. Análisis tabular de las capacidades y los cuellos de botella

Las tablas de las tres páginas siguientes muestran un análisis preliminar de los cuellos de botella para los productos de tipo A. Se ha trabajado con cantidades cercanas a las iniciales (columna “Cantidad total”) y con cantidades proyectadas proporcionalmente para la alternativa de 15.000 unidades/mes (“Cantidad proyectada”). En la fila “Capacidad adicional” se indican solamente las necesidades de capacidad adicional distintas de cero.

Se observa que el sector de arenado se encuentra trabajando actualmente en su pico de capacidad productiva. Para alcanzar la producción esperada se deberá cuadruplicar su capacidad, ya sea adquiriendo nuevas máquinas, mejorando la productividad o agregando turnos de trabajo. Para el resto de la fábrica, con las instalaciones actuales se puede obtener la producción esperada sin la necesidad de incorporar nuevo equipamiento.

Producto	Cantidad total	Cantidad proyectada	Prensa chica			Balancín 1			Balancín 3			Pulidora de tapas			Agujereado Balancín 5			Sellado			Prensa mecánica 1		
			Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. Hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000
Tapas de olla T6,8,10	918	4658	200	5	23	200	5	23	200	5	23	70	13	67	300	3	16						
Sartenes y cacerolas (menos línea 28)	1006	4577																150	7	31			
Tapas menaje (líneas 24 y 28)	518	3600																					
Olla T6 y T8	640	2928																150	4	20	200	3	15
Tapas de menaje (12, 14, 16, 20)	1156	2901	200	6	15																		
Pavas	519	2300																150	3	15			
Olla T10	341	1750																150	2	12	200	2	9
Lechera 14	259	1200																150	2	8			
Totales		23914		10	38		5	23		5	23		13	67		3	16		18	85		5	23
Horas total actual				176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176
Capacidad adicional																							

Tabla 13. Análisis de capacidades y determinación de cuellos de botella para los productos de tipo A. (Continúa en la hoja siguiente.)

Producto	Prensa mecánica 2			Balancin grande			Bombé			Pulido			Arenado			Pintura			Esmerilado del borde			Esmerilado del fondo			Prensa Hidráulica					
	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/ 15.000			
Tapas de olla T6,8,10																														
Sartenes y cacerolas (menos línea 28)	200	5	23	200	5	23				???			20	50	229	???			???			???								
Tapas menaje (líneas 24 y 28)	200	3	18										20	26	180	???									???					
Olla T6 y T8				200	6	29	???																							
Tapas de menaje (12, 14, 16, 20)													20	58	145	???									???					
Pavas	200	3	12	200	3	12							20	26	115	???														
Olla T10				200	2	9																								
Lechera 14	200	3	12										20	13	60															
Totales		13	64		16	72		0	0		0	0		173	729		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
Horas total actual		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176
Capacidad adicional															4															

Tabla 13 (Cont.). Análisis de capacidades y determinación de cuellos de botella para los productos de tipo A. (Es continuación de la página anterior y continúa en la siguiente.)

Producto	Torno de refilado 1			Torno de refilado 2			Balancín de agujereado (BA)			Agujereadora de 2 ag.			Agujereadora de 4 ag.			Esmerilado interior			Armado de la olla			Aplanadora			Torno de ovalado			Pulidora de ollas		
	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/15.000	Cap. Horaria hoy	Horas req. hoy	Horas req. p/15.000			
Tapas de olla T6,8,10																														
Sartenes y cacerolas (menos línea 28)																														
Tapas menaje (líneas 24 y 28)				60	9	60	250	2	14																					
Olla T6 y T8	60	11	49							300	2	10	300	2	10	40	16	73	17	38	172									
Tapas de menaje (12,14,16,20)				60	19	48	250	5	12																					
Pavas	60	9	38							300	2	8																		
Olla T10	60	6	29							300	1	6	300	1	6	40	9	44	17	20	103	75	5	23	50	7	35	70	5	25
Lechera 14	60	4	20																											
Totales		29	136		28	108		7	26		5	23		3	16		25	117		58	275		5	23		7	35		5	25
Horas total actual		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176		176	176
Capacidad adicional																														

Tabla 13 (Fin). Análisis de capacidades y determinación de cuellos de botella para los productos de tipo A. (Es continuación de la página anterior)

VI.7 Beneficios del cambio y condiciones adicionales

El objeto de este cambio de disposición de la maquinaria es, en última instancia, obtener un beneficio económico. Este fin no se materializará únicamente con el cambio del layout, sino que se necesitarán otros factores. Para poder obtenerlo es necesario un buen plan de producción con una buena programación y control de la producción. Éstas son las bases indispensables para poder cumplir con las exigencias del mercado, obteniendo la máxima utilidad a la vez que se invierte menor cantidad de capital.

Un flujo directo de los productos obtenido con la nueva distribución asegura una mayor productividad, y disminuye los transportes y los tiempos demorados en él. La idea de eliminación de estas acciones que no agregan valor es la base misma del Just-in-Time. También es necesaria la eliminación de los grandes stocks intermedios, cuyo costo elevado afecta la rentabilidad y el crecimiento de la empresa.

VI.7.1. Ahorro con el nuevo layout

Examinemos los ahorros de tiempo (que se traducen fácilmente en dinero) derivados del nuevo layout. Para la producción actual tenemos los resultados de ahorro de la tabla siguiente.

Producto	Demanda actual (piezas/mes)	Cantidad de lotes necesarios de 50 productos	Tiempo ganado (min.)	Tiempo total ganado (min.)
Tapas de ollas (T6, T8 y T10)	917	18	10,8	198,072
Sartenes y cacerolas (menos línea 28)	1040	21	170,3	3542,24
Tapas de menaje (24 y 28)	829	21	69,55	1446,64
Ollas T6 y T8	577	12	3,5	40,39
Tapas de menaje (12, 14, 16, 20)	1885	38	78,7	2966,99
Pavas	518	10	115,4	1195,544
Olla T10	340	7	18,95	128,86
Lechera 14	258	5	174,55	900,678
Total				10419,414

Tabla 14. Estimación de los ahorros de tiempo con el nuevo layout. (Producción actual)

En otras palabras, 173,6 horas (10.419 minutos) se pierden mensualmente con la distribución actual, lo que se traduce en un operario al que se le paga el sueldo únicamente para transportar cosas. (Y esto es así considerando solamente los productos de tipo A; las consecuencias económicas del derroche se incrementarían algo al considerar la operación completa.)

De modo análogo, en la tabla siguiente se realiza el mismo análisis para la hipótesis de 15.000 unidades/mes.

Producto	Demanda estimada (piezas/mes)	Cantidad de lotes de 50 productos necesarios	Tiempo ganado (min.)	Tiempo total ganado (min.)
Tapas de ollas (T6, T8 y T10)	4650	93	10,8	1004,4
Sartenes y cacerolas (menos línea 28)	4593	92	170,3	15643,758
Tapas de menaje (24 y 28)	3764	75	69,55	5235,724
Ollas T6 y T8	2928	59	3,5	204,96
Tapas de menaje (12,14,16,20)	2901	58	78,7	4566,174
Pavas	2300	46	115,4	5308,4
Olla T10	1750	35	18,95	663,25
Lechera 14	1200	24	174,55	4189,2
Total				36815,866

Tabla 15. Estimación de los ahorros de tiempo con el nuevo layout. (Producción de 15 unidades mensuales)

En este caso las horas perdidas mensualmente son 613.6 horas. Con el nuevo layout, en otras palabras, se ahorraría el costo de tener que contratar 3,5 operarios para operaciones que no agregan valor. Es fácil extrapolar estos cálculos a un horizonte de planificación de 10 ó 15 años.

VII. CONCLUSIÓN Y PREGUNTAS DEL CASO

El caso presenta una aplicación completa de rediseño de planta, en la cual se aprecia la interacción entre las nuevas ideas sobre la manufactura, incluyendo la manufactura en flujo, y los resultados de productividad y mejora continua. Para finalizar, le proponemos que considere los siguientes interrogantes:

(1) Lea detenidamente el trabajo y proponga un enfoque alternativo para incrementar la capacidad productiva de la vieja planta desde 2.500 unidades por mes a 15.000 unidades por mes. Establezca los supuestos necesarios que no se dan en el caso.

(2) Trace un paralelo, con pros y contras, entre la manufactura en flujo, planteada por el caso, y otro método de manufactura, a su elección. Establezca las condiciones en que se materializaría el método por usted propuesto.

(3) ¿Qué elementos del rediseño de este caso modificaría usted, y por qué?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cura, Hugo Máximo, 2003, “Las ‘cinco S’: Una filosofía de trabajo, una filosofía de vida”, trabajo presentado al Congreso de Productividad Empresarial, Universidad del CEMA, 25 y 26 de septiembre, 2003. Downloadable from: <http://www.cema.edu.ar/productividad/download/2003/Cura.pdf>.
- Krajewski, Lee J. y Larry P. Ritzman, 1996, Operations Management: Strategy and Analysis, Fourth Edition, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA.
- Schmenner, Roger W., 1993, Production/Operations Management: From the Inside Out, Fifth Edition, Macmillan Publishing Company, New York.
- Schroeder, Roger G., 1992, Administración de Operaciones, Tercera Edición, McGraw-Hill, México.
- Yacuzzi, Enrique y Carlos Pan, 2008, “La cultura de la manufactura moderna”, Serie Documentos de Trabajo, Universidad del CEMA, No. 377, agosto.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Dejamos constancia de nuestro agradecimiento a los siguientes alumnos del Master en Dirección de Empresas de la Universidad del CEMA, del año 2008, por su colaboración en la revisión de este documento de trabajo. Ellos son, por orden alfabético: Avico, Matías Andrés; Bouzón, Fernando Raúl; Calissano, Alejandro Luis; Contreras, Oscar Héctor; Diorno, Alfredo Pablo; Dominguez, José Luis; Draghi, Agustín; Fernández, Diego Martín; Francioni, Mariano César; García, Sebastián; Giummarra, Sergio Héctor; Gonzalez, Héctor Leandro; Grieco, Pablo Antonio; Guevara, Adrián Ruben; Jimenez Delseri, Juan Carlos; Kaisin, Bruno; Leiguarda, Eugenio; López Cencic, Adriana; Magini, Gabriel Federico;

Malet, Eduardo Luis; Martínez, Laura Patricia; Mascheroni, Javier Marcelo; Pamies, Osvaldo Claudio; Piovano, María Lorena; Rivas, María Pilar; Rocca, Santiago; Rubiolo, Luciano Martín; Sánchez Ramos, Sebastián Andrés; Sartan, Pablo Gabriel; Sojo, Ricardo Tomás; Testorelli, Patricio Ricardo Alejandro; Yanni, Diego Luis; Zabaleta, Jorge Alberto; y Zanetti, Tomás Alfredo.