

001894

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Diseño de una planta para
una industria de artes gráficas

por

Byron Silva Aquino

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Guatemala

2003

**Diseño de una planta para
una industria de artes gráficas**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Diseño de una planta para
una industria de artes gráficas

**BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

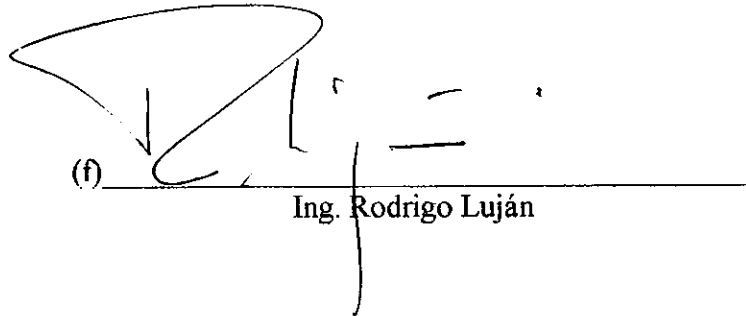
Trabajo de investigación presentado
para optar al grado académico de
Licenciado en Ingeniería Industrial
por

Byron Silva Aquino

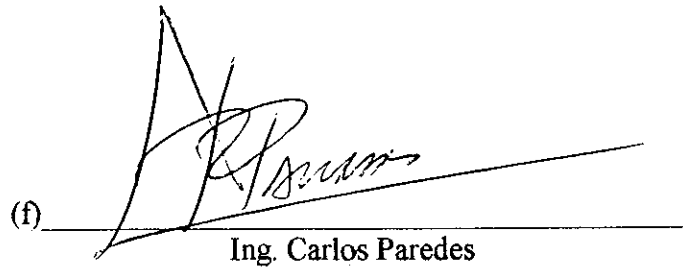
Guatemala

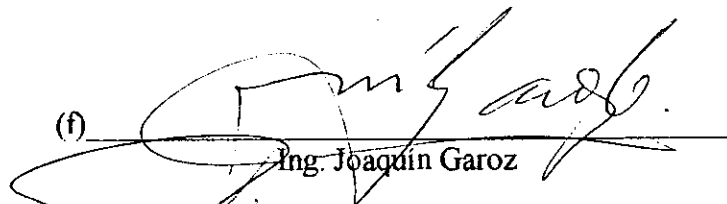
2003

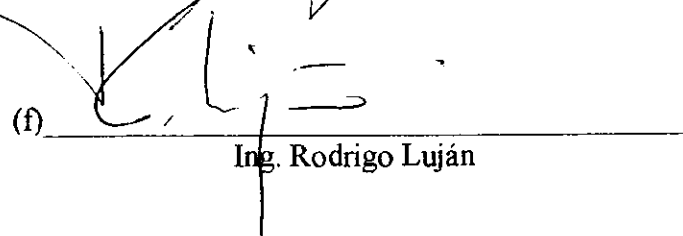
Vo.Bo:

(f) 
Ing. Rodrigo Luján

Tribunal:

(f) 
Ing. Carlos Paredes

(f) 
Ing. Joaquín Garoz

(f) 
Ing. Rodrigo Luján

Fecha de aprobación: 9 de mayo de 2,003

PREFACIO

El trabajo presentado a continuación pretende servir de base para el diseño de una planta para una industria de artes graficas. Como todo trabajo, tiene algunas limitaciones; pero responde adecuadamente a su propósito de guía.

La elaboración de este trabajo requirió de mucho tiempo de esfuerzo, no sólo del autor, sino también de su asesor en la materia. El trabajo en conjunto me permitió finalmente presentar esta tesis y no quiero dejar pasar la ocasión sin antes agradecer al Ingeniero Rodrigo Lujan, quien me brindó una excepcional ayuda para presentar un trabajo de calidad. Además quiero mencionar el apoyo que recibí del Ingeniero Hugo Cambran, un experto en la artes gráficas y muy buen amigo mío.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	i
LISTA DE GRÁFICOS	ii
RESUMEN.....	iii

Capítulos

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. ANTECEDENTES.....	3
IV. ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE PLANTA.....	12
V. ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO DE LA PROPUESTA.....	21
VI. DISCUSIONES.....	27
VII. CONCLUSIONES.....	28
VIII. RECOMENDACIONES.....	29

IX. BIBLIOGRAFÍA.....	30
X. APÉNDICES.....	31

LISTA DE CUADROS

1. Variación de la TIR en función de la variación de la inversión inicial.....	23
2. Variación de la TIR en función de la variación de la ingresos por ventas.....	23
3. Variación de la TIR en función de la variación de los costos de operación.....	24

LISTA DE GRÁFICOS

1. Análisis de sensibilidad del proyecto.....	25
---	----

RESUMEN

El trabajo que a continuación es presentado intenta ofrecer una solución viable de expansión a una industria de artes gráficas. La empresa para la que se elaboró el diseño necesita expandir sus operaciones y para suplir esa necesidad hemos hecho un estudio profundo de las operaciones manufactureras y administrativas de la compañía.

Este estudio nos ha guiado en la elaboración del diseño de planta que describimos posteriormente.

La empresa en cuestión ha adquirido recientemente un terreno en el que desea ubicar su nueva planta. Esta adquisición tiene como base un análisis de ubicación de planta que tomó en cuenta la disponibilidad de servicios básicos como electricidad, agua y teléfonos, la disponibilidad de mano de obra, la proximidad a la ciudad, la disponibilidad de transporte y acceso vial y la conveniencia de los precios de la vara cuadrada en el área.

El terreno adquirido es de 66 m por 103 m y ha sido la base de todos los diseños de planos de planta que se presentan. La planta consta de un edificio principal de tipo bodega que albergará tanto el piso de producción como las bodegas de almacenamiento y las oficinas administrativas en un entrepiso de segundo nivel.

A cada costado del edificio, se encuentran dos áreas jardinizadas que podrán ser utilizadas para la expansión de la planta en el futuro. Además en uno de los costados, hemos ubicado el área de estacionamiento que ha sido concebida para minimizar los daños a los automóviles, para facilitar la circulación y para maximizar la cantidad de cajones.

Frente al edificio, se encuentra el área de embarque y desembarque. Esta área ofrece suficiente espacio para maniobrar camiones y reduce la distancia de recorrido de los mismos hacia los muelles.

El piso de producción, las bodegas de almacenamiento y las oficinas se han diseñado y ubicado utilizando el diseño en U. Este diseño es reconocido por facilitar el recorrido de proceso en planta, reduciendo tiempos y distancias de transportes y optimizando el uso de espacio disponible. Los planos del piso de producción muestran claramente el enfoque en la distribución en U.

En el entrepiso se ubican las oficinas administrativas. Para diseñarlas, se decidió basarse en el diseño de planta abierta que reduce la cantidad de oficinas privadas y aumenta la cantidad de oficinas modulares. Este diseño minimiza costos, optimiza el uso de espacio y ofrece facilidad para reacondicionamientos o reorganizaciones.

Las bodegas de almacenamiento se han diseñado tomando en cuenta el diseño en U, la proximidad a los muelles y el volumen de manejo de productos. Esta última condición nos ha llevado a diseñar una bodega

de materia prima bastante más grande que la bodega de producto terminado. En el piso de producción se ha distribuido en U la maquinaria para facilitar el recorrido de proceso.

Todas las instalaciones sanitarias se han diseñado de manera que se excedan por mucho las necesidades pronosticadas para el año 2004. Las salidas de emergencia se han ubicado estratégicamente para hacer más eficiente la evacuación del edificio.

Para tomar una decisión sobre la viabilidad del proyecto de la nueva planta, se ha hecho un análisis financiero. Éste ha demostrado que la propuesta es rentable aun en los escenarios menos favorables que pudiesen presentarse.

I. INTRODUCCIÓN

La rentabilidad en una industria depende en gran medida de la planificación previa al inicio de las operaciones. Parte fundamental de la planificación es el diseño de la planta industrial. Para este tipo de diseño es necesario tomar en cuenta los diferentes procesos industriales y administrativos que se pretenden albergar dentro de la planta industrial. Al tener un buen entendimiento de los procesos, se pueden adecuar las instalaciones que los faciliten y que los hagan más eficientes y eficaces.

En el diseño de planta que a continuación se presenta, se ha trabajado tomando en cuenta las necesidades de una industria de artes gráficas específica. Se pretende diseñar una planta que permita a esta industria expandirse de forma que sus operaciones se vean optimizadas. De antemano se ha optado por el diseño en U considerando que este es el más adecuado para la fluidez del proceso productivo. A lo largo del estudio se tocarán temas de relevancia que conciernen el diseño de planta. Se han planificado todas las áreas de las instalaciones considerando no solamente el piso de producción, sino también el área de oficina, sanitarios, jardines y zona de estacionamiento entre otros.

Este documento podrá entonces ser usado como una guía consultiva al momento de poner en marcha el proyecto de construcción de la nueva planta industrial. Además proporcionará ideas para otras industrias que deseen construir nuevas plantas.

II. OBJETIVOS

A. Generales

1. Diseñar una planta destinada a una industria de artes gráficas que le permita a ésta expandir sus operaciones de forma óptima y correctamente calculada.
2. Proveer a la empresa de artes gráficas un proyecto real y factible en términos tecnológicos y económicos.

B. Específicos

1. Ubicar de forma óptima la planta para que esta no tenga problemas de acceso y de abastecimiento de materia prima y servicios.
2. Diseñar una planta industrial que ofrezca las mejores condiciones de trabajo en términos de iluminación, ventilación, ruido, espacio y seguridad industrial.
3. Diseñar una planta industrial que permita optimizar los procesos que se llevan a cabo en la industria litográfica.
4. Diseñar el área de oficinas de forma que ésta provea de buenas condiciones de trabajo y que al mismo tiempo agilice y haga más eficaz y eficiente el trabajo que en el lugar se lleva a cabo.
5. Diseñar áreas comunes para los empleados en las que puedan convivir de forma agradable.
6. Diseñar una instalación industrial con todos los servicios necesarios para su funcionamiento.
7. Buscar la forma más económica para llevar a cabo el proyecto de construcción de la planta de modo que se encuentre un balance entre costos y calidad.

III. ANTECEDENTES

A. La industria de artes gráficas

1. **Introducción.** La impresión cumple el papel de comunicación gráfica. Es la reproducción de cantidades de imágenes generalmente en papel y que pueden ser percibidas visualmente.

Sin importar el gran número y variedad de productos impresos, todos tienen algo en común: cada uno tiene una cierta cantidad de imágenes visibles.

La impresión de hoy debe mucho a la edad de la ciencia, particularmente a la electrónica, la computación, la química y la mecánica. La impresión moderna se ha tornado muy sofisticada. Con las innovaciones de la nueva imprenta, el láser, las placas, las prensas, las tintas, los papeles, los controles electrónicos y las imágenes digitales, los sistemas de impresión se han transformado de un arte en una ciencia.

2. **La evolución de la imprenta.** El primer intento del hombre de registrar su vida y tiempos data de hace unos 30,000 años. Estos registros son pinturas sobre roca llamadas pictografías, sobrepuestas a una ideografía mucho más compleja. Siguió los trabajos persas y los jeroglíficos perfeccionados por los egipcios en 2,500 AC. Siglos después los fenicios elaboraron el primer alfabeto formal. Estas eran todas formas artísticas pero no impresiones que específicamente son reproducciones de formas artísticas en grandes cantidades.

La primera evidencia de un ejemplo de impresión con tipo amovible fue descubierta en Creta por un arqueólogo italiano que encontró un disco de arcilla de 1500 AC.

La impresión con tipos apareció en China y Corea en el siglo XI. En 1041, un chino, Pi-Sheng, desarrolló manualmente tipos de caracteres hechos de arcilla. No fueron realmente exitosos. Los moldes de tipos en metal fueron ampliamente utilizados en China y en Japón. A mediados de 1200, los tipos de caracteres se hacían en bronce. El texto más antiguo que se conozca data de 1397 y es originario de Corea.

Medio siglo más tarde, en 1440, probablemente sin saber del burdo tipo desarrollado en Oriente, Johannes Gutenberg introdujo al mundo occidental su invento que permitía imprimir con tinta en papel gracias al uso de un tipo instalado en una prensa de vino modificada. Antes del invento de Gutenberg, los escribanos escribían laboriosamente a mano todos los libros. No es sorprendente entonces que los historiadores establezcan la coincidencia de tal invento con el final del Medioevo y el inicio del Renacimiento y la Edad Moderna.

El papel y la tinta de impresión no eran nuevos cuando los tipos de Gutenberg aparecieron. El invento del papel se le acredita a un chino llamado Ts'ai Lun en 105 DC. En la época en que Gutenberg nació, la fabricación de papel era ya una industria bastante bien desarrollada en el mundo occidental con fábricas en

España, Francia, Italia y Alemania. Los chinos también guiaron al mundo hacia la fabricación de tintas. Wei Tang perfeccionó una tinta para impresión en bloques hecha a partir de negro de humo en 400 DC.

Tintas viscosas, esenciales para impresión, ya se utilizaban en Alemania para la impresión en bloques y para estampar títulos en las pastas de los manuscritos. A Gutenberg, se le acredita la invención de combinar moldes de tipos amovibles hechos en metal, tinta, papel y una prensa para imprimir. Dicha combinación cambiaría el mundo a mediados del milenio pasado.

3. **Historia de la litografía.** El principio básico de la litografía, “escribir en piedra”, fue descubierto por Alois Senefelder de Munich en 1798. Trabajando con una piedra muy porosa, bosquejó su diseño con una sustancia grasosa que se adhirió a la piedra. Luego humedeció la totalidad de la superficie con una mezcla de goma arábiga y agua. La sustancia humedeció únicamente el área que no tenía grasa. Después de pasar la piedra sobre una tinta fabricada con jabón, cera, aceite y negro de humo, la sustancia grasosa retuvo el diseño sin expandir la tinta en el área húmeda y sin grasa. El diseño se transfirió al papel cuando este último se prensó contra la piedra.

Muy pronto los artistas usaron este nuevo proceso para hacer reproducciones de trabajos de los grandes maestros y además se convirtió en un instrumento invaluable para sus propios trabajos. Recibió su mayor auge cuando Currier e Ives popularizaron la litografía a mediados del siglo XIX. Pronto se convirtió en una forma más rápida y práctica de imprimir ilustraciones.

La primera prensa para litografía se inventó en Francia en 1850 y se introdujo a los Estados Unidos de América en 1868. El primer uso del principio de placas en litografía fue para decoración de metales en 1875. Se usaron piedras litográficas para las imágenes y un cilindro recubierto para recibir la imagen de la piedra y transferirla al metal. En 1890 se introdujeron prensas de rotación directa usando zinc granulado y placas de aluminio sobre las cuales se transferían las imágenes manualmente. Con estas placas era muy difícil imprimir sobre papel rugoso.

En 1906, la primera prensa por placas de rotación comenzó labores en Nutley, N.J. Esta fue inventada por Ira A. Rubel quien era un productor de papel. En realidad el descubrimiento fue accidental. En el mismo año, A.F Harris notó un efecto similar al que había notado Rubel y esto lo motivó a desarrollar una prensa por placas para Harris Automatic Press Company of Niles en Ohio (E.E.U.U).

4. **El presente.** Las imágenes digitales ya han transformado la etapa anterior a la prensa. La fotografía gradualmente se ve reemplazada por los sistemas de imágenes digitales. Películas secas y que no necesitan tratamiento se usan frecuentemente. Las cámaras digitales y las fotografías en discos compactos hacen que los scanners se usen cada vez menos. La etapa anterior a la prensa de cualquier proceso, se convierte gradualmente en un dispositivo independiente para publicación con su hardware y su software propios. La base de los colores pasa de ser análoga a ser digital.

La tecnología que lleva de las computadoras a las placas ha sido adoptada lenta y firmemente. Las prensas digitales han encontrado nichos de mercados para tirajes cortos con mucha información variable.

Las preparaciones de las prensas han sido reducidas por la tecnología de lazo entre computadoras y placas, por las preparaciones automáticas de fuentes digitales de tintas, por el uso de cambiadores automáticos de placas y por el uso de impresión sin agua.

Para analizar la producción de las prensas y el control automático de ésta durante su operación se usan computadoras. Los colores se miden durante y después de la impresión por medio de medidores de densidad y espectrofotómetros.

La información variable de los productos y la demanda de estos, ha transformado el concepto de imprimir y distribuir a un concepto más avanzado que consiste en distribuir archivos digitales e imprimir en la ubicación final.

5. **Introducción al proceso de impresión.** La industria de la impresión usa dos tipos de procesos para producir copias de reproducciones en papel u otro sustrato. Estos tipos son los procesos de placas, presión o impactos como la litografía, la imprenta, la flexografía, los gravados o las impresiones con pantallas y los procesos sin placas o sin presión como la electrocopia (fotocopiadoras), magnetografía e impresión por transferencias térmicas. Los procesos de impresión por placas utilizan prensas mecánicas para ejercer grandes fuerzas que son necesarias para transferir la tinta al papel. Estos son los procedimientos que dan soporte a los mercados comerciales de la impresión, las revistas, los periódicos, los catálogos, los libros, los formularios de negocios, las tarjetas, los mapas, los empaques y otros productos impresos.

Los sistemas sin placas son procesos que se utilizan para el copiado y las impresiones digitales. Trabajan con imágenes digitales y copiadoras como impresoras que producen una imagen por ciclo del dispositivo de impresión. La imagen puede ser la misma o cambiar de ciclo a ciclo. Esta característica permite a las impresoras digitales imprimir información variable distinta en cada ciclo como por ejemplo códigos, direcciones y documentos personalizados. La velocidad de impresión es, sin embargo, mucho más lenta que la del proceso de placas ya que la cantidad de memoria de computadora necesaria para repetir o cambiar información en cada ciclo es enorme.

6. **Procesos convencionales de impresión.** Todos los procesos de impresión poseen dos tipos de áreas en la impresión final: la impresión o área de imagen y el área sin imagen. El objetivo de cada proceso es separar la imagen del área sin imagen. La impresión convencional se divide en cuatro tipos distintos:

- Planográfica, en donde el área de impresión y de sin impresión se encuentran en el mismo plano y la diferencia entre éstas se mantiene químicamente. Algunos ejemplos de ésta son la litografía y el colotipo.

- Relieve, en donde las áreas de impresión están en una superficie plana y las áreas sin impresión están en plano inferior al de impresión. Algunos ejemplos de éste son la imprenta y la flexografía.
- Intaglio, en donde el área sin impresión esta en una superficie plana y el área de impresión esta gravada más bajo que el nivel sin impresión. Algunos ejemplos de éste son el gravado y los gravados en metal.
- Proso, en donde las áreas de impresión son pantallas con finas perforaciones por las que la tinta puede pasar. El área sin impresión es completamente impermeable. Un ejemplo de ésta es la impresión de pantalla.

7. Litografía. Este es el proceso de impresión más importante. Usa finas placas metálicas que esencialmente contienen el área con imagen y el área sin imagen en un mismo plano. Existen dos diferencias básicas entre la litografía y otros procesos de impresión. Éstas son:

- La litografía se basa en el principio de que el agua y el aceite no se mezclan.
- La litografía utiliza el principio de impresión por placas que consiste en impregnar tina de la placa en una matilla que se encuentra en un cilindro intermediario y de esta plantilla al papel en el cilindro de impresión.

En una placa litográfica, las áreas de impresión son aceite es decir que atraen la tinta y repelen el agua. Las áreas sin impresión son receptivas al agua y repelen la tinta. Cuando la placa, que está montada en el cilindro de placa, empieza a rotar, entra en contacto con rodillos humedecidos con agua o solución humectante y con rodillos humedecidos con tinta. La solución humectante "humedece" las áreas de la placa sin impresión y evita que la tinta impregne dichas áreas. La tinta humedece las áreas con impresión que son a su vez transferidas al cilindro intermediario con mantilla. La imagen entintada se transfiere al papel mientras pasa entre el cilindro con mantilla y el cilindro de impresión. La Imprenta y los gravados pueden trabajarse con impresión por placas también. Sin embargo, como la mayoría de litografía se trabaja de esta forma, el término impresión por placas se ha convertido en sinónimo de litografía.

La litografía tiene equipo para hacer tirajes cortos, medianos o largos. Se usan prensas para pliegos individuales o para rollos. La litografía de pliegos individuales se usa en publicidad, libros, catálogos, tarjetas, posters, etiquetas, empaques, calcomanías, cupones y sellos. Además muchas prensas de alimentación por pliegos pueden imprimir en ambos lados del pliego en una sola pasada a través de la prensa. La prensa para rollos de papel, se usan para la impresión de periódicos, formularios de negocios, literatura publicitaria, libros, enciclopedias y revistas.

8. Flexografía. La flexografía es una forma de impresión basada en rotación de relieves como en la imprenta pero usando goma o fotopolímeros en placas con relieves. Se usan solventes de secado rápido y poca viscosidad. Las tintas son de base acuosa o del tipo UV. En el caso de las de tipo ultravioleta, la alimentación se hace con sistema anilox. Casi cualquier material que pueda pasar por la prensa de flexografía puede ser impreso. Los productos impresos por flexografía van desde el papel de baño decorado hasta bolsa o cintas de distintos materiales.

El crecimiento de la flexografía va paralelamente a la expansión de la industria del empaque, al desarrollo de la prensa de cilindro central, al desarrollo de los sistemas de grabado con láser y al desarrollo de las placas de fotopolímeros. Es posible imprimir tonos tan finos como 150 líneas por pulgada en películas flexibles. La flexografía ha ganado campo en la impresión de formularios de negocios, libros, diarios, etiquetas y cartón corrugado.

La mejora de la calidad de las placas de fotopolímeros, la alimentación de tinta y las tintas han favorecido a la flexografía en detrimento de la imprenta, los grabados y la litografía en muchos mercados internacionales.

B. Introducción de la empresa para la que se elabora el diseño

Este diseño de planta se elabora teniendo en mente las necesidades específicas de una industria en particular. Por razones de confidencialidad no mencionaremos el nombre de dicha empresa y nos referiremos a ésta como la compañía.

La compañía se fundó el 14 de mayo de 2001. Es una sucursal de una empresa norteamericana que pretende cubrir las necesidades de productos gráficos del área centroamericana y sudamericana aunque también exporta parte de su producción a algunos otros continentes. Elabora principalmente etiquetas de cartón o tela para la industria textil. Además produce etiquetas autoadheribles para identificación de una variedad de empaques. Los procesos industriales que se llevan a cabo en la compañía son los de impresión por placas o litografía, flexografía e impresión sobre etiquetas autoadheribles. Estos procesos implican el uso de otros más como el de impresión de placas para prensa y la elaboración de cellos y autoadheribles.

Actualmente se encuentra en una zona franca de la ciudad capital. La bodega que ocupa permite llevar a cabo las operaciones de La Compañía pero no permitirá, en el futuro, su expansión de operaciones.

Ahora cuenta con 18 empleados del área operativa y además con 9 del área administrativa. Para mediados del año 2004, se proyecta que la empresa esté compuesta por aproximadamente 50 operarios y 20 empleados administrativos.

1. **Maquinaria.** Actualmente, la Compañía cuenta con una prensa de dos colores marca Heidelberg con capacidad para 8,000 tirajes por hora. Además tiene dos prensas marca Heidelberg de un color y capacidad para 8,000 tirajes por hora.

Esta maquinaria necesita lubricación diaria y mantenimiento mensual y anual. Las dos troqueladoras que poseen son marca Heidelberg y pueden troquelar hasta 6,000 pliegos por hora. En lo que respecta a las guillotinas, las dos que tienen son de la marca ya mencionada. Una es análoga y la otra digital. La cantidad de pliegos que pueden guillotinar varía grandemente en función de la calidad y filo de las cuchillas y sobre todo en función del calibre de cartón o papel que se está guillotinando.

Las tres impresoras flexográficas son marca Heildelberg. Éstas pueden imprimir cuatro colores simultáneamente a razón de 600 metros por hora. Como material de trabajo, se cuenta con un conjunto de rodillos para impresoras flexográficas. Este conjunto de rodillos ofrece una variedad de diámetros para poder imprimir toda clase de imagen. Las dos cortadoras flexográficas son de la misma marca y pueden cortar y doblar hasta 7,200 etiquetas por hora. El dobles se efectúa con planchas metálicas calientes incorporadas en la cortadora.

Toda la maquinaria antes descrita funciona con corriente trifásica de 220 voltios.

La compañía planea comprar más maquinaria para expandir sus operaciones. En esta lista se encuentran dos prensas de dos colores, dos troqueladoras. Estas compras se planifican para enero de 2,004 o el momento en que la compañía pueda instalarse en su nueva planta.

Este trabajo ofrece una sugerencia de distribución de maquinaria en el Apéndice J. Esta distribución de maquinaria toma en cuenta el diseño en U en que se basa todo el diseño de planta. Es importante recalcar que, en el Apéndice J, se muestra toda la maquinaria que cabría en el espacio disponible y no necesariamente la que se posea en el momento de traslado a la nueva planta. El objetivo de que el espacio disponible exceda al espacio estrictamente necesario, es permitir la compra de nueva maquinaria en un corto o mediano plazo, respondiendo así al rápido crecimiento de las operaciones.

2. **Descripción del proceso de litografía.** La explicación de la teoría que sustenta los procesos de litografía ha sido ya expuesta en secciones anteriores y no la repetiremos nuevamente. A continuación se explican los pasos necesarios en la compañía para llevar a cabo el proceso litográfico productivo.

a. Fase de preparación

- El representante de servicio al cliente recibe la orden de compra de los clientes. Éste la ingresa al sistema y produce los archivos necesarios para el área de diseño. Entrega la orden de producción al departamento de producción.

- El diseñador descarga los archivos que contienen la información de los productos de la orden de compra. Con esta información elabora las placas con las que se imprimirán los productos.
- b. Fase de ejecución
- Los prensistas reciben la orden de producción y la requisición de materia prima de parte de su superior inmediato.
 - Recogen las placas correspondientes a la orden de producción.
 - En la bodega de materia prima, solicitan los materiales especificados en la solicitud de materia prima.
 - Conducen la materia prima a las prensas.
 - Llevan a cabo un trabajo de preparación de máquina en términos de humectación, presión de tintas y centrado de placas.
 - Llevan a cabo tirajes de prueba para obtener la aprobación del superior inmediato. Si se otorga la aprobación, se realiza el tiraje completo con las condiciones en que se han realizados los tirajes de prueba aprobados.
 - Al terminar el tiraje, se conducen los pliegos impresos al área de secado. Este secado puede durar de tres horas hasta tres días dependiendo de la materia prima que se haya involucrado en el proceso.
 - Cuando el producto en proceso está seco, se traslada al área de troqueles.
 - Los operarios de troqueles llevan a cabo una preparación de máquina en términos de centrado de pliegos.
 - Cuando reciben la aprobación sobre el centrado realizado, proceden a troquelar todos los pliegos de la orden de producción.
 - Al finalizar el proceso de troquelado, se conducen los pliegos al área de guillotinado.
 - Los operarios de estas máquinas guillotinan los pliegos previamente troquelados según lo indicado.
 - Al terminar de guillotinar, se entrega el producto a los empacadores.
 - Los empacadores, llevan a cabo su trabajo hasta que las cajas de producto terminado están selladas.
 - Los empacadores conducen las cajas selladas a la bodega de producto terminado.

En el Apéndice K puede apreciarse el diagrama de recorrido de proceso litográfico. Este diagrama de recorrido tiene como base la distribución de planta del Apéndice J.

3. Descripción del proceso de flexografía. La explicación de la teoría que sustenta los procesos de flexografía ha sido ya expuesta en secciones anteriores y no la repetiremos nuevamente. A continuación se explican los pasos necesarios en la compañía para llevar a cabo el proceso flexográfico productivo.

a. Fase de preparación

- El representante de servicio al cliente recibe la orden de compra de los clientes. Éste la ingresa al sistema y produce los archivos necesarios para el área de diseño. Entrega la orden de producción al departamento de producción.
- El diseñador descarga los archivos que contienen la información de los productos de la orden de compra. Con esta información elabora los cyreles con que se imprimirán los productos.

b. Fase de ejecución

- Los operadores de impresoras flexo gráficas reciben la orden de producción y la solicitud de materia prima de parte de su superior inmediato.
- Recogen los cellos correspondientes a la orden de producción.
- En la bodega de materia prima, solicitan los materiales especificados en la requisición de materia prima.
- Conducen la materia prima a las impresoras flexo gráficas.
- Llevan a cabo un trabajo de preparación de máquina en términos de presión de tintas y centrado de cellos.
- Llevan a cabo impresiones de prueba para obtener la aprobación del superior inmediato. Si se otorga la aprobación, se realiza la impresión completa con las condiciones en que se han realizados las impresiones de prueba aprobadas.
- Al terminar el tiraje, se introducen los rollos impresos al horno de secado. Este secado varía dependiendo de la materia prima que se haya involucrado en el proceso.
- Cuando el producto en proceso está seco, se traslada al área de corte flexográfico.
- Los operarios de cortadoras flexográficas llevan a cabo una preparación de máquina en términos de centrado de las unidades a cortar.
- Cuando reciben la aprobación sobre el centrado realizado, proceden a cortar todos los rollos de la orden de producción.
- Al finalizar el proceso de corte, se conducen las etiquetas cortadas al área de empaque.

- Los empacadores, llevan a cabo su trabajo hasta que las cajas de producto terminado están selladas.
- Los empacadores conducen las cajas selladas a la bodega de producto terminado.

En el Apéndice L puede apreciarse el diagrama de recorrido de proceso flexo gráfico. Este diagrama de recorrido tiene como base la distribución de planta del Apéndice J.

IV. ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE PLANTA

A. Localización de la planta

Recientemente la compañía adquirió un terreno para ubicar su planta. Éste está ubicado en la carretera a Villa Canales. No nos es permitido mencionar la ubicación exacta por razones de confidencialidad.

El terreno es plano y rectangular, características que permitirán más facilidad y economía durante la construcción de las instalaciones. Sus medidas son 66 m por 103 m.

Se decidió ubicarla en la carretera a Villa Canales por varias razones. Algunas de estas fueron la proximidad a la ciudad y la disponibilidad de transporte público y servicios básicos. En el área se cuenta con disponibilidad de telefonía, agua y electricidad que son tres de los aspectos fundamentales para poder establecer la planta y abastecerla en servicios básicos. Además en esta área se encontraron precios adecuados por vara cuadrada. Según las cotizaciones previas a la compra, se demostró que el factor precio era el más conveniente. La disponibilidad de mano de obra también fue importante en la decisión de compra. Los poblados de Villa Canales ofrecen abundante mano de obra que puede emplearse en la industria manufacturera.

Como hemos visto, la ubicación reúne las características adecuadas para la instalación de una planta industrial.

Es importante mencionar que no tomaremos en cuenta el costo del terreno al evaluar el costo de la construcción de la planta por haberse adquirido éste antes del diseño de la planta y porque la gerencia lo considerará una inversión en un rubro distinto.

B. Detalles del edificio

1. Planos propuestos. Este diseño de planta se apoyará en planos que permitirán tener una buena visualización espacial de la distribución en el terreno. Todos los planos se han realizado en Autocad y muestran relaciones espaciales a escala junto con medidas reales. Para la descripción de todas las medidas se ha utilizado exclusivamente el sistema métrico internacional.

En los distintos planos podrán observarse tres tipos de líneas:

- las líneas continuas que representan muros
- las líneas discontinuas de puntada corta que representan áreas sin divisiones físicas como muros. En la realidad, estas áreas están delimitadas por líneas pintadas en el suelo o bien césped.

- las líneas discontinuas de puntada larga representan la dirección de una ruta de circulación de vehículos como una carretera por ejemplo.

Los planos podrán consultarse en los apéndices que se encuentran en la parte final del documento.

Los números o las letras que se encuentran en los planos representan áreas o zonas descritas en la segunda parte de cada apéndice. Las descripciones de estas áreas podrán consultarse entonces en dichas leyendas informativas.

2. Cimentación y pisos. El suelo del terreno que se adquirió es de buena calidad, es decir que no presentará hundimientos irregulares después de la construcción de la planta como en el caso de los suelos fangosos o arcillosos. La calidad del suelo determina en gran medida el tipo de cimentación a utilizar. En nuestro caso específico, se utilizará una cimentación del tipo zapata aislada. Esto consiste en cimentar cada columna con zapatas independientes. Esto se puede llevar a cabo porque el riesgo de hundimiento disparejo es mínimo. El desplante no será menor a 1 m y además se considerarán eventos sísmicos tanto para la elaboración de la cimentación como para la estructura de la bodega.

El piso de concreto tendrá 10 cm de grueso para poder soportar el peso de montacargas y maquinaria industrial. Este grosor es suficiente para soportar esfuerzos de torsión y compresión causados por montacargas y maquinaria industrial con peso menor a una tonelada. Este se reforzará por medio de malla electrosoldada dispuesta a 2.5 cm bajo la superficie del piso. Esta malla y el seccionamiento regular del piso evitarán las rajaduras provenientes de las constantes dilataciones y contracciones del piso causadas por el cambio de temperatura.

El piso de concreto no se recubrirá con ningún otro tipo de piso decorativo por no ser esto necesario en un área de producción manufacturera. Sin embargo, para facilitar la limpieza, evitar el desgaste y aumentar la dureza del piso, se ha previsto utilizar el sellador Sica Piso 40 que provee las características anteriores.

3. Techos. Los techos de esta bodega se han planificado para que resistan las inclemencias del tiempo y además eviten al máximo la entrada de calor al edificio.

Con estos propósitos se ha escogido utilizar lámina troquelada. Esta lámina presenta excelentes características de fuerza por el troquel. La lámina será de calibre 26 y el capote de calibre 28.

La lámina estará sujeta a la estructura metálica de la bodega mediante tornillos Plozer que permiten sellar eficientemente y evitar, de esta forma, las filtraciones de agua en época lluviosa.

Es muy común utilizar luminarias o laminas que permiten el paso de cierta cantidad de luz cuando se construye una bodega. En el caso de este diseño no se utilizará este tipo de lámina por dos razones: la primera es que este tipo de luz es de mala calidad por la distancia de la lamina al piso y por la calidad de transparencia de la lámina. Además permite el paso de calor indeseado. La segunda razón es que no existe este tipo de lamina en su versión corrugada.

4. Ventanas. El tema de las ventanas cubre varios aspectos distintos. Para entender la propuesta aquí presentada, recordemos que las ventanas pueden plantear muchos problemas.

Uno de ellos es que son costosas tanto en lo que respecta la fabricación como el mantenimiento y operación. Se incurren en costos altos en material, mano de obra de instalación, lavado y reparación.

Las ventanas implican algunos problemas como el de la iluminación. En efecto, son una mala fuente de iluminación por la variabilidad de ésta durante el día y los molestos destellos. A esto se añade el paso de frío, calor, ruido y distracciones.

Incluso son una mala fuente de ventilación por la variabilidad de la velocidad y dirección del viento durante el día y el año. Resulta más barato utilizar sistemas de ventilación mecánicos. A todo lo antes mencionado podemos añadir el evidente problema de seguridad que implican las ventanas.

Sin embargo es conveniente utilizar ventanas en el caso que se desee proveer un panorama distinto.

Por las razones antes expuestas hemos decidido ubicar muy pocas ventanas en el diseño de planta que nos ocupa. Todas las superficies colindantes entre el área de producción y oficinas serán muros sin ventanas para evitar el paso de ruido, calor y suciedad. La única excepción será la oficina de la gerencia de producción que tendrá ventanas panorámicas que permitan observar toda el área de producción desde la misma oficina para propósitos de supervisión continua. Las ventanas panorámicas de la oficina de la gerencia de producción serán del tipo aislante de ruido y temperatura para conservar buenas condiciones de trabajo y al mismo tiempo brindar un panorama completo del piso de producción.

En la zona de oficinas, únicamente aquellas oficinas que tengan contacto con muros exteriores tendrán ventanas. Se ubicarán estas ventanas con el propósito de permitir un vista panorámica y permitir además una entrada de aire mecanizada por extractores de aire. Este punto se analizará con más detalle en un inciso posterior.

En piso de producción, las únicas ventanas estarán situadas cerca del techo de la bodega con el propósito de permitir una de entrada de aire mecanizada como en el caso de las oficinas. En realidad éstas no serán ventanas tradicionales sino rejillas de entrada de aire. Estas rejillas se ubicarán en el área de muro entre el cielo falso de oficinas y el techo de la bodega. Como podrá notarse en los planos, esta zona es la parte frontal de la bodega, es decir la parte que colinda con la carretera.

5. Ventilación. Como hemos dicho ya, la opción que hemos escogido para la ventilación es la del tipo mecanizado. Puesto que la ventilación natural con corrientes de aire exterior es muy variable durante el día e incluso durante el año, se decidió proponer un sistema de ventilación artificial y mecánicamente inducido.

El sistema se usa frecuentemente en la industria y consiste en extraer las capas de aire caliente que se acumulan en la parte superior de las bodegas por medio de extractores de aire industriales. Los extractores de aire se ubicarán en la parte posterior de la bodega a 0.5 m del techo, en el lado que colinda con el comedor. Se ubicarán aquí porque subiendo al techo del comedor se podrá dar mantenimiento fácilmente a

los extractores. Cada uno de los extractores de aire se podrá accionar independientemente para permitir la variación del flujo de extracción de aire según sea necesario durante el día y durante las estaciones del año.

Se ha planificado renovar la totalidad del volumen de aire de la bodega cada 10 minutos. Para lograr este propósito son necesarios cinco extractores de astas de 56 pulgadas con motores trifásicos de un caballo de fuerza. Para reducir al mínimo la contaminación auditiva de los extractores, se ha decidido usar extractores de transmisión de potencia por faja y no de eje directo.

En el Apéndice M se ofrece una vista posterior de la bodega. Los extractores de aire están representados por círculos cuadriculados.

Para todo sistema de extracción de aire es necesaria la contraparte, es decir la entrada de aire. La entrada de aire se hará por homogenización de las presiones de aire dentro de la planta, siguiendo el principio que establece que el aire que sale de un volumen se reemplaza por aproximadamente la misma proporción de aire si dicho volumen no está aislado físicamente del medio ambiente.

Las entradas de aire serán las rejillas del área de piso de las que se habló en el inciso sobre ventanas. Estarán ubicadas en la parte opuesta a los extractores, a 0.5 m del techo. De este modo las capas de aire caliente ubicadas en la parte superior de la bodega se desplazarán hacia los extractores e ingresará aire fresco por las ventanas del área de piso. Al encender los extractores se conduce hacia el exterior el aire caliente que por su poca densidad se encuentra en la parte superior de la bodega, es decir que constantemente se reemplaza el aire caliente por aire fresco para evitar el efecto horno de acumulación de gases calientes.

Notemos que con este diseño no existirán corrientes de aire horizontales a nivel del suelo donde se encontrarán los operarios. No existen corrientes porque tanto los extractores como las entradas de aire se encuentran en alto, y de esta forma se evitan las molestias de las corrientes y el aire caliente a nivel del suelo.

6. Área de estacionamiento. El estacionamiento se encontrará a un costado de la bodega principal. Los cajones para estacionamiento estarán ubicados a lado del carril de circulación.

Este carril de circulación será de doble sentido por lo que tendrá 7.9 m de anchos. Se busca tener la mayor cantidad de cajones y por esta razón se optará por cajones a 90°, es decir de dirección perpendicular al carril de circulación. Las medidas de los cajones serán 6.1 m por 2.9 m de modo que puedan estacionarse tanto vehículos compactos como vehículos de tipo sedan e incluso todo terreno. Con este ancho de cajón se reduce al mínimo el riesgo de daños a puertas y parachoques. Como es bien sabido las líneas dobles entre cajones tienden a hacer que los conductores centren mejor sus automóviles por lo que se optará por líneas dobles. Estas líneas tendrán 7 cm de ancho y serán de color amarillo para resaltar su visibilidad.

En las condiciones antes definidas, se estima que cabrán 35 cajones.

Es importante considerar la pendiente de la superficie del estacionamiento para evitar problemas en las épocas lluviosas. Para este efecto, se tiene previsto que la superficie de estacionamiento tenga pendientes

de 1% de inclinación hacia el centro del carril de circulación en donde se ubicarán las rejillas del desagüe de modo que se pueda evacuar el agua de lluvia.

Respecto a la entrada exterior de vehículos livianos, se especifica que el ancho de ésta será de 8 m por ser no sólo una entrada sino también una salida. A un costado de esta entrada, se ubicará una garita para controlar tanto el acceso de vehículos livianos como el de vehículos pesados en la entrada dispuesta para éstos.

C. Almacenamiento

Existen dos tipos de almacenamiento: el de materia prima o materiales de trabajo y el de producto terminado.

La totalidad del área de materia prima es de 354 m². Esta área se dividirá en tres subáreas: el área de flexografía, el área de prensa y el área de materiales diversos. De esta forma el encargado de bodega de materia prima podrá recibir requisiciones de un área de trabajo específica y hacer la selección y entrega de la materia en la misma área en que recibió la requisición. Esto puede apreciarse gráficamente en el Apéndice I.

La bodega de producto terminado solamente tendrá una superficie de 148 m². Esta superficie obedece a las operaciones de la empresa que sólo trabaja bajo pedido. Al trabajar bajo pedido se espera que el producto terminado esté en la planta ocho días en el peor de los casos. Usualmente los productos se despachan en un promedio de dos días. En esta área de almacenamiento de producto terminado, se ubicarán tarimas y cajas sellada listas para su despacho. Por la variabilidad del tamaño de cajas y tarimas no es posible es posible planificar en detalle el uso de estanterías y pasillos.

Como se ha dicho en oportunidades anteriores, el diseño de esta planta gira alrededor de la distribución en U. En los planos propuestos hemos podido notar que el proceso inicia físicamente en la bodega de materia prima, luego pasa por un recorrido en U en el piso de producción y termina en la bodega de producto terminado.

D. Embarque y recepción

Para embarque y recepción se usarán dos muelles. Un muelle para cada actividad será necesario para no interrumpir los despachos que suelen ser continuos durante el día.

En los planos se puede observar que ambos muelles están contiguos y dentro del edificio frente a las bodegas de materia prima y producto terminado. Esta ubicación permite reducir al mínimo las distancias de transporte de producto de y hacia las zonas de almacenamiento. Los muelles permanecerán cerrados con persianas metálicas a menos que se esté haciendo una entrega o una recepción. En el Apéndice I notamos

que las puertas exteriores de los muelles son de dos hojas. Se dibujó de esta forma únicamente con propósitos ilustrativos ya que como mencionamos antes, estas puertas serán persianas metálicas.

Los muelles estarán al mismo nivel que el área de producción, es decir a una altura de 91 cm. Esta es la altura mínima de las plataformas de camiones. En el caso de que los camiones tengan plataformas más altas se usará un nivelador de muelle ajustable y movedizo. En el Apéndice M se muestra como el piso de la bodega está 91 cm por encima del nivel exterior.

El muelle de recepción tendrá una superficie más amplia que el de despacho. El muelle de recepción sirve para almacenar temporalmente la materia prima mientras se hace un muestreo estadístico previo a la aceptación definitiva de la mercancía. Por lo tanto debe poder contener más material que el de despacho.

El ingreso al muelle se hace por la entrada para despachos y recepciones ubicada a un lado de la garita. Esta entrada será de 8.5 m de anchos para permitir la circulación de camiones en dos sentidos y será exclusiva para este tipo de transporte.

Entre la parte frontal del edificio, es decir el borde de los muelles, y el muro periférico habrá una distancia de 20 m que permitirá la fácil maniobrabilidad de los camiones en reversa.

Como protección contra impactos leves de camiones, se planea colocar cojines amortiguadores de golpes de una pulgada que reducen la fuerza de impacto a 10% a 6.5 Km. por hora.

E. Oficinas

El área de oficinas será bastante amplia para la cantidad de empleados que se planea tener en el año 2004. Se ha planificado de esta forma en el caso de ampliaciones futuras ya que únicamente el área de producción y almacenamiento podrán ampliarse.

Se tomará como base el modelo tradicionalmente conocido como planta abierta. Este modelo de distribución en oficina implica que aproximadamente el 25% del espacio se emplee en oficinas privadas y que el 75% restante se emplee en oficinas modulares fácilmente desmontables y de bajo costo.

Únicamente las gerencias de departamento tendrán oficina privada y el resto de estaciones de trabajo serán modulares. Las ventajas de las estaciones modulares son su bajo costo, su adaptabilidad a las diferentes necesidades de los puestos, la privacidad que proveen a los trabajadores, el mejor aprovechamiento del espacio disponible, la reducción de las distracciones y finalmente la facilidad para el reacondicionamiento de las áreas de oficina.

El modelo de planta abierta es definitivamente una buena opción para una empresa que está en constante evolución y crecimiento.

Cada gerencia de departamento tendrá cerca un área con estaciones de trabajo modulares para los trabajadores del departamento.

En el plano se puede ver el detalle de la distribución de oficina por área y oficinas privadas. Las oficinas privadas serán las de la gerencia general, gerencia de producción, gerencia de ventas, gerencia de servicio

al cliente, gerencia de administración y finanzas y gerencia de recursos humanos. Cada gerencia tendrá su equipo de trabajo contiguo a ella.

Las únicas gerencias con baño privado serán las de producción y la general. Baños de uso general estarán disponibles para las demás áreas. Estos se detallaran en una sección posterior.

El área de oficinas contará con una sala de conferencia con su propia área de refrigerios.

Es importante que recordemos que el área de oficinas no tiene ventanas hacia el piso de producción para evitar la contaminación auditiva, de polvo y de calor. La única excepción será la oficina de la gerencia de producción que tendrá ventanas panorámicas para propósitos de supervisión.

F. Áreas comunes

1. Comedor. La planta contará con un comedor y una pequeña área de cocina en un mismo ambiente.

El área de comedor tendrá mesas rectangulares recubiertas con formica para fácil limpieza. El área de cocina se ubicará en una de las esquinas y contará con dos lavabos de cocina industrial, un área para colocar dos hornos microondas y una superficie para trabajo de cocina. Este será un comedor sin servicio de cafetería ya que la cantidad de empleados no justifica el alto costo de operación de una cafetería.

Como también podrá usarse el área como sala de información o reunión con los empleados, se reservará una isla central para la colocación de equipo audiovisual de proyección.

Para determinar este diseño, se han tomado en cuenta las indicaciones del libro Diseño de instalaciones industriales de Konz. Además, hemos tomado el ejemplo de un comedor escolar con aproximadamente las mismas dimensiones y que puede acoger hasta 150 estudiantes. Con estas dimensiones, el comedor puede ser utilizado como sala de reunión para todos los empleados de la empresa al mismo tiempo. No mencionaremos el nombre del colegio del que se han tomado las dimensiones por confidencialidad.

2. Sanitarios y duchas. En esta sección hacemos énfasis en los sanitarios y duchas de uso común aunque también mencionaremos los sanitarios de uso privado.

En este diseño de planta existen dos grandes áreas de sanitarios: los sanitarios de oficina y los sanitarios y duchas del piso de producción.

Para ver el detalle del diseño de los sanitarios de oficina es posible referirse a los planos respectivos en los apéndices G y H. Los sanitarios para hombres estarán separados de los sanitarios para mujeres. En el sanitario para hombres encontramos cuatro escusados, tres mingitorios, tres lavamanos y un cuarto de conserje. El sanitario para mujeres tiene siete escusados, tres lavamanos y un tocador para tres personas. Ambos sanitarios contarán con extractores de aire y rejillas de ventilación en la parte inferior de las puertas de entrada.

Se pronostica que a mediados del 2,004, habrá 10 mujeres y 10 hombres trabajando en oficinas. Según OSHA, el número de escusados mínimo para 10 personas es uno y como podemos notar los sanitarios exceden por mucho los requerimientos de OSHA para la cantidad de personas pronosticadas para el 2,004.

Se ha diseñado de esta forma el área de sanitarios pensando en las expansiones de la empresa posteriores a este diseño. Resulta muy caro hacer expansiones en las áreas de sanitarios por el equipo, material y mano de obra que se requiere. Por eso se ha decidido exceder las necesidades que se proyectan para mediados del 2,004.

La segunda gran área de sanitarios es la del piso de planta. Estos complejos tiene no solamente sanitarios, sino también duchas y vestidores para todos los operarios y personal del limpieza. En el caso de estos complejos también se ha decidido exceder las necesidades pronosticadas por las mismas razones antes expuestas.

El complejo para mujeres tiene ocho escusados, un lavamanos circular para ocho personas accionado por pedal, un tocador para tres personas, un área de vestidores con casilleros y ocho duchas individuales. De acuerdo con los estándares de OSHA (subparte J, 1910.141), este complejo podría ser utilizado par un máximo de 80 mujeres por turno. Esta cantidad excede las proyecciones del año 2004, pero prevé las futuras expansiones.

El complejo para hombres tiene 5 escusados, 5 mingitorios, un lavamanos circular para 8 personas accionado por pedal, un área de vestidores con casilleros, 8 duchas individuales y un cuarto de conserje. De acuerdo con los estándares de OSHA (sub parte J, 1910.141), este complejo podría ser utilizado par un máximo de 80 hombres por turno. Esta cantidad excede las proyecciones del año 2004; pero prevé las futuras expansiones.

En los complejos sanitarios del piso de planta habrá extractores de aire en el área de duchas, vestidores y escusados.

Los complejos tendrán acceso desde el piso de producción y desde el comedor.

Únicamente la oficina de la gerencia general y la gerencia de producción tendrán baños privados. Todos las demás áreas podrán hacer uso de los sanitarios comunales, exceptuando la oficina de producción del primer nivel y la oficina de diseño que dispondrán de un sanitario individual completo compartido.

3. Jardines. Habrá dos jardines en la planta ubicados en cada costado del edificio. Estos jardines tienen dos propósitos: ofrecer un área verde para relajación y ofrecer el espacio necesario para una expansión del piso de producción en el futuro. En efecto al expandir el piso de producción sobre el área de jardines, se duplicará el área de producción.

Esta área permanecerá jardinizada hasta que se decida hacer una expansión del edificio.

G. Seguridad industrial

Es importante considerar la seguridad industrial en el diseño de una planta ya que la supervivencia de quienes trabajen en ella y del edificio mismo depende enteramente de la planificación preventiva.

La industria para la que se elabora el diseño presenta riesgos industriales específicos. Entre éstos encontramos el riesgo por incendio debido al almacenamiento y manejo de solventes, papel, cartón y telas. El principal riesgo lo encontramos tanto en la bodega de materia prima como en la de producto terminado. La concentración de productos inflamables debe balancearse con un buen programa contra incendios. Por esta razón en las zonas de almacenamiento, se colocarán rociadores en todas las áreas de pasillo entre anaqueles que permitan rociar tanto los pasillos como los anaqueles adyacentes. También se ubicarán extintores de tipo ABC en todas las entradas de la zona de almacenamiento y en su interior. Los extintores de tipo ABC permiten extinguir fuegos provocados por combustibles como solventes y tintas, además de los fuegos alimentados por madera, papel y tela. Estos extintores se pueden usar en el caso de fuegos eléctricos. De esta forma se cubren todos los posibles tipos de incendio dentro del área de almacenamiento.

En el piso de producción no se colocarán rociadores sino únicamente extintores del tipo ABC y de CO₂ comprimido. El CO₂ comprimido podrá ser utilizado para el equipo electrónico de la maquinaria. En oficinas también se colocarán extintores pero, en esta área estos serán de CO₂ comprimido para no dañar el equipo de computación en el caso de incendios menores.

Respecto a las salidas de emergencia, se han previsto un total de seis sin incluir las entradas principales al edificio. En el piso de producción habrá dos salidas de emergencia. En el comedor habrá una, en el área de oficinas otra y en la bodega de materia prima dos más. Para mayor información respecto a la ubicación exacta de estas salidas de emergencia es posible consultar los planos en el Apéndice I.

V. ANÁLISIS ECONOMICO FINANCIERO DE LA PROPUESTA

El diseño de planta que se ha expuesto en este trabajo pretende ser un proyecto factible para su elaboración. Como en la mayoría de casos, el presupuesto disponible y la rentabilidad del proyecto determinarán si este último se llevará a cabo.

Como comentamos en la sección sobre la localización de la planta, la empresa ya dispone de un terreno sobre la base del cual se elaboraron los planos. El valor de este terreno no se tomará en cuenta en los costos de edificación de la planta porque esta cantidad ya se ha considerado en otro rubro contable y, además, la compra del terreno tuvo lugar antes de la elaboración del presente diseño. En lo que concierne la compra de maquinaria, consideraremos el precio de las dos prensas de dos colores y las dos troqueladoras que se planean adquirir al trasladarse a la nueva planta. Cada prensa tiene un precio de USD 85,00.00 y cada troqueladora un precio de USD 20,00.00.

Para analizar la rentabilidad de nuestro diseño consideraremos condiciones de mercado muy severas y pesimistas de manera que no ocurran sorpresas al momento de llevar a cabo el proyecto en la realidad. Si logramos demostrar que el proyecto es rentable en un escenario pesimista, tenemos buenas probabilidades de que el proyecto sea rentable en la realidad.

Estas premisas pesimistas son:

- Los ingresos de la compañía no aumentarán sino que se mantendrán al mismo nivel que los reportados en el año 2002. Evidentemente la Compañía proyecta que sus ventas se incrementarán en un porcentaje considerable durante cada periodo contable. Esto implicaría un lógico incremento en los ingresos. Sin embargo, hemos decidido considerar que esto no sucederá.
- El valor del salvamento de la planta al cabo de 10 años será únicamente el valor del terreno a precios actuales.
- Los precios de construcción y los precios unitarios de extractores de aire son precios de mercado vigentes al 28 de febrero de 2003.
- La Compañía invertirá Q 5,000,000.00 en la construcción de la planta y el resto lo obtendrá como préstamo bancario
- La tasa de interés del préstamo bancario será del 25% anual, es decir 10 puntos porcentuales más alta que el promedio registrado en el mercado bancario para febrero de 2003.
- La tasa mínima atractiva de retorno será de 18% anual, es decir 8 puntos porcentuales por encima de la tasa promedio de interés pasivo vigente en el sistema bancario para febrero de 2003.
- Se considerará que se pagará al fisco un 40% de impuestos sobre utilidades.

Los precios de mercado para la construcción de bodegas se presentan en la tabla a continuación. Este precio incluye instalaciones hidráulicas, eléctricas y sanitarias.

	Edificio	Asfalto	Extractores	
Área (m ²) o unidad	3,078	2,482	5	
Precio unitario	Q 3,500.00	Q 640.00	Q10,400.00	TOTAL
TOTAL	Q 10,773,000.00	Q 1,588,480.00	Q52,000.00	Q 12,413,480.00

El total invertido en maquinaria nueva será de Q. 1,680,00.00

La tabla detallada del análisis económico puede consultarse en el Apéndice O.

Como hemos podido observar, la tasa interna de retorno del proyecto de construcción de la planta es bastante superior a la tasa mínima atractiva de retorno que establecimos. En efecto la tasa interna de retorno (TIR) es de 51% comparada con la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) de 18%. Por su rentabilidad, es entonces conveniente llevar a cabo este proyecto, incluso en condiciones adversas como las presentadas en esta sección.

A. Análisis de sensibilidad

En esta sección hacemos un análisis que nos permite determinar cuáles son las variables que más afectan la tasa interna de retorno de nuestro proyecto. Las variables que analizamos son el costo de operación, el costo de inversión inicial y el ingreso por ventas. A cada una de estas variables les hemos disminuido un 10% y un 20% respecto de las condiciones ya severas encontradas en el Apéndice O.

De la misma manera les hemos aumentado 10% y 20%.

Este análisis de sensibilidad de las tres variables más importantes, se resume en las siguientes tablas:

Variación de la TIR en función de la variación de la inversión inicial

		tasa interna de retorno	valor presente con i = 18%
Porcentaje de la inversión inicial respecto al valor en el Apéndice O	80%	61% Q	8,073,953.88
	90%	56% Q	7,203,894.90
	100%	51% Q	6,333,835.92
	110%	46% Q	5,463,776.94
	120%	41% Q	4,593,717.96

Para conocer detalles del cálculo, consultar el Apéndice P

Variación de la TIR en función de la variación de los ingresos por ventas

		tasa interna de retorno	valor presente con i = 18%
Porcentaje de los ingresos por ventas respecto al valor en el Apéndice O	80%	2% Q	(2,904,647.43)
	90%	28% Q	1,946,388.96
	100%	51% Q	6,333,835.92
	110%	73% Q	10,721,282.88
	120%	95% Q	15,108,729.84

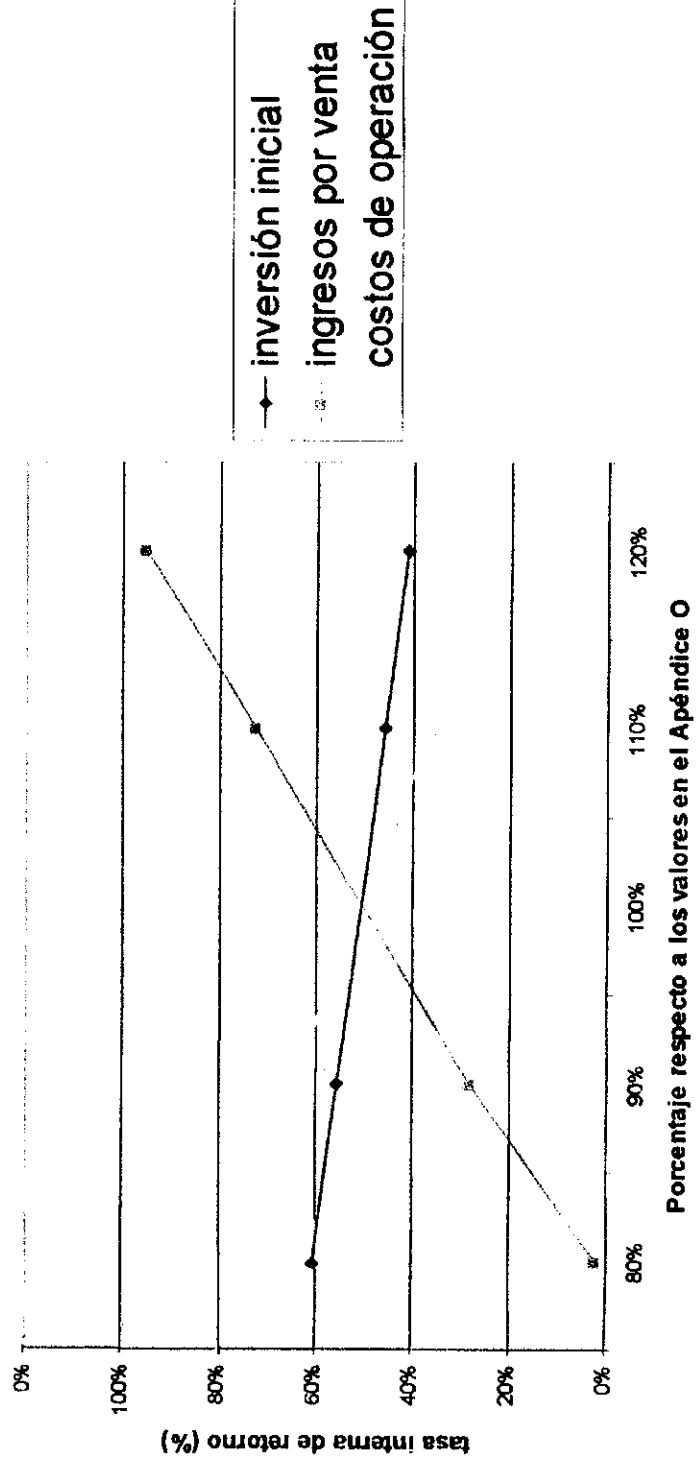
Para conocer detalles del cálculo, consultar el Apéndice R

Variación de la TIR en función de la variación de los costos de operación

		Tasa interna de retorno	Valor presente con $i = 18\%$
Porcentaje de los costos de operación respecto al valor en el Apéndice O	80%	80%	Q12,037,516.97
	90%	65%	Q 9,185,676.44
	100%	51%	Q 6,333,835.92
	110%	36%	Q 3,481,995.40
	120%	21%	Q 630,154.87

Para conocer detalles del cálculo, consultar el Apéndice Q

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PROYECTO



Las tablas del análisis de sensibilidad de la TIR respecto a las tres variables muestran claramente que una de las variables juega un papel preponderante en la rentabilidad del proyecto. En efecto, la variable que más hace variar la TIR es la variable de ingresos por ventas. A esta variable le sigue la de costos de operación y finalmente tenemos la variable de inversión inicial.

Esto se aprecia claramente en la gráfica de análisis de sensibilidad. La variable que tiene la pendiente más pronunciada en valor absoluto es la variable ingresos por venta. Al disminuir las ventas de 20% el proyecto ya no es rentable. Sin embargo, debemos aclarar que hemos utilizado el mismo nivel de ventas del año 2002 para una proyección de ventas durante de 10 años a partir del año 2004. Esta premisa es muy severa y negativa y significaría que el nivel de ventas durante 10 años se estancaría en un 80% del nivel del 2002. Esta situación es muy poco probable en el futuro.

El análisis de sensibilidad es una prueba fehaciente de la importancia que puede tener el nivel de ventas en la compañía. Cuanto más aumente las ventas, cuanto más aumentará la rentabilidad del proyecto.

El cálculo de la tasa interna de retorno del proyecto en un entorno muy pesimista y muy poco probable, ha demostrado que el proyecto de instalación de la nueva planta será ciertamente rentable, aun en una situación muy desfavorable que se prologue durante 10 años.

Además, el análisis de sensibilidad ha demostrado que la variable a la que mayor atención debe dedicársele es el nivel de ingresos por ventas. Esta variable jugará un papel muy importante en el éxito del proyecto.

VI. DISCUSIONES

- El estudio que se ha presentado en este trabajo se ha elaborado para una empresa específica que se dedica a las artes gráficas. Sin embargo, puede ser utilizado como referencia para otro tipo de industrias que deseen instalarse en una nueva planta, haciendo las necesarias adaptaciones al diseño.
- Este estudio no pretende ser un modelo exclusivo sino más bien una guía confiable en el proyecto de instalación de una nueva planta industrial.
- El trabajo anterior se ha elaborado con el fin de ofrecer una respuesta concreta a los problemas que se presentan en las plantas que no han sido planificadas adecuadamente. La buena planificación de diseño de planta es un inicio acertado para las operaciones industriales eficientes, eficaces y rentables.
- El estudio financiero que se llevó a cabo tiene la finalidad de demostrar que, aun en las condiciones de mercado más severas, el proyecto tiene excelentes probabilidades de ser bastante rentables.
- Para evaluar los costos de inversión en instalaciones y maquinaria, se han utilizado únicamente costos de mercado vigentes en febrero de 2,003.

VII. CONCLUSIONES

- El Diseño de Planta presentado es un ejemplo de la utilidad de una buena planificación. Ha permitido prever las eventualidades que pudiesen ocurrir en la planta y darles una solución antes de su ocurrencia.
- Una vez más encontramos un modelo en el que la distribución en U es factible y mejora el manejo de las operaciones. Esta distribución no es un concepto nuevo; pero sigue siendo vigente en la actualidad.
- El sistema de extracción de aire ha sido planificado para resolver uno de los problemas más comunes en la industria guatemalteca. Efectivamente, un gran porcentaje de las industrias en este país ofrece malas condiciones de temperatura en sus plantas, afectando de esta manera la eficiencia y eficacia de sus empleados.
- Como sabemos, las remodelaciones en instalaciones sanitarias se encuentran entre las más caras del mercado. Por esta razón, las instalaciones sanitarias se han diseñado para exceder las necesidades de la compañía en el 2,004. De esta forma, se prevén las futuras expansiones y se evitan los altos costos de expansión y remodelación los complejos sanitarios.
- Este diseño de planta ha tomado en cuenta las futuras expansiones de la planta en un corto, mediano y largo plazo. Se ha establecido un área sobre la que se podrán expandir las instalaciones.
- El cálculo de la tasa interna de retorno del proyecto en un entorno muy pesimista y muy poco probable, ha demostrado que el proyecto de instalación de la nueva planta será ciertamente rentable, aún en una situación muy desfavorable que se prologue durante 10 años.
- Además, el análisis de sensibilidad ha demostrado que la variable a la que mayor atención debe dedicársele es el nivel de ingresos por ventas. Esta variable jugará un papel muy importante en el éxito del proyecto.

VIII. RECOMENDACIONES

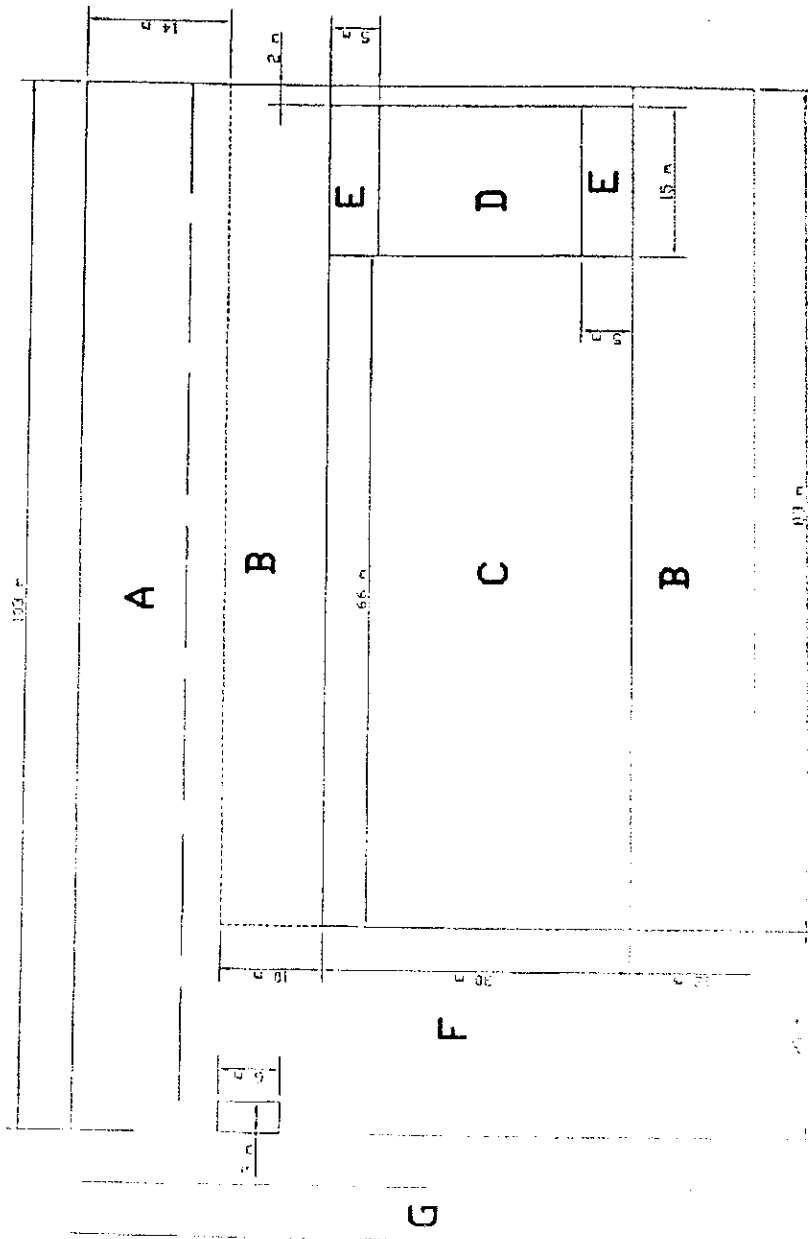
- Este Diseño de una Planta para una Industria de Artes Gráficas constituye en su integralidad una recomendación de diseño.
- Se recomienda respetar la distribución en U de la planta ya que en ésta se basa la totalidad del diseño y la fluidez de los procesos industriales involucrados.
- Se recomienda darle particular atención a la instalación del sistema de extracción de aire para poder evitar las malas condiciones de trabajo durante las horas más calientes del día.
- Se recomienda no escatimar gastos al construir unos complejos sanitarios que han sido previstos para dar servicio durante toda la vida útil de la planta sin necesidad de remodelación.
- Se recomienda evitar la construcción de cualquier tipo de edificación en el área jardinizada. Esta tiene un propósito específico: ofrecer un área de expansión para la planta.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Konz, Stephan. 2001. *Diseño de instalaciones industriales*. 8ª ed. México, Limusa. 399 págs.
- Baca Urbina, Gabriel. 1996. *Evaluación de proyectos*. 5ª ed. Colombia, McGraw Hill. 657 págs.
- Blank, Leland y Traquin, Anthony. 1999. *Ingeniería económica*. 4ª ed. Colombia, McGraw Hill. 722 págs.
- Salvendy, Grabiel. 1998. *Manual de ingeniería industrial*. 2ª ed. México, Limusa. 421 págs.
- Konz, Stephan. 2001. *Diseño de sistemas de trabajos*. 3ª ed. México, Limusa. 327 págs.
- Nivel, Bejamin. 1995. *Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos*. 3ª ed. México, Alfaomega. 814 págs.

X. APÉNDICES

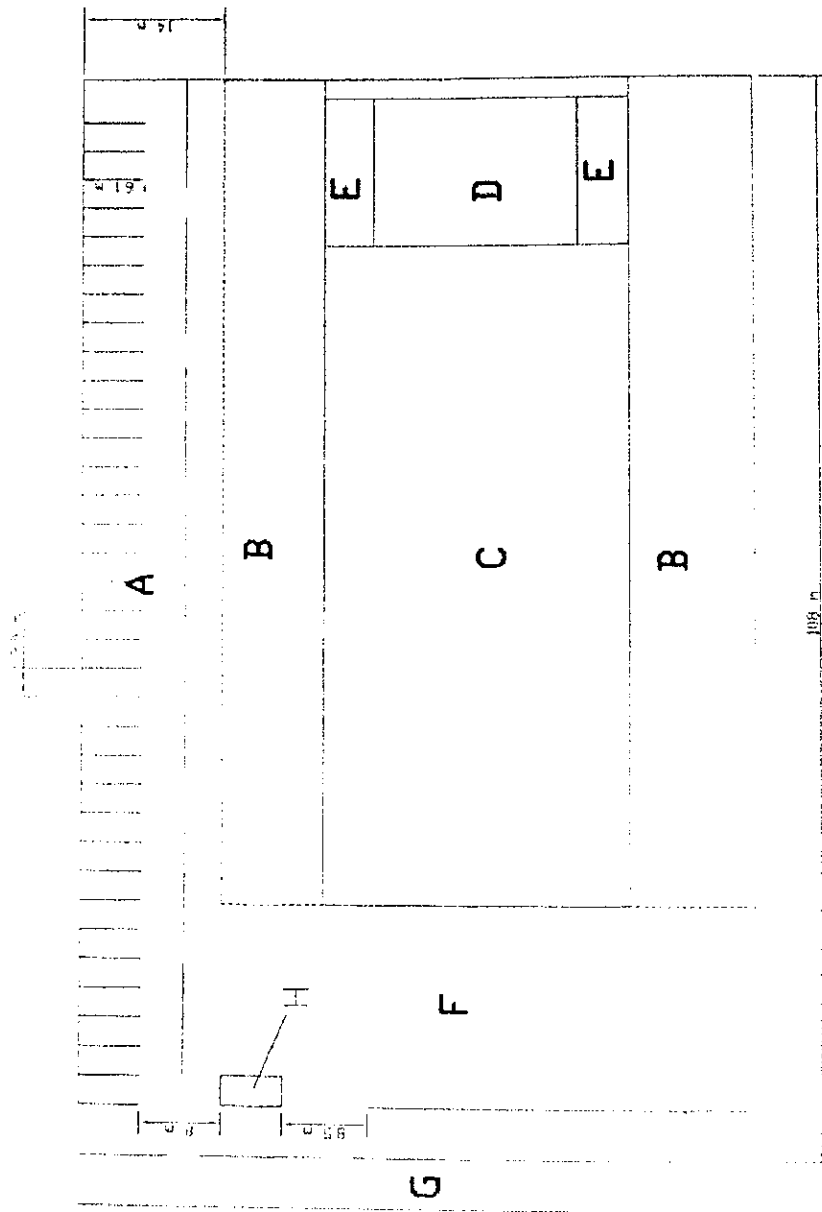
APÉNDICE A
PLANO GENERAL DE LA PLANTA



CONTINUACIÓN APÉNDICE A
PLANO GENERAL DE LA PLANTA

- A. Área de estacionamiento
- B. Jardines laterales y área de futura expansión de la planta
- C. Bodega principal: área de producción y almacenamiento en le primer nivel y oficinas en el segundo nivel
- D. Comedor
- E. Baños del piso de producción
- F. Zona de embarque y desembarque
- G. Carretera

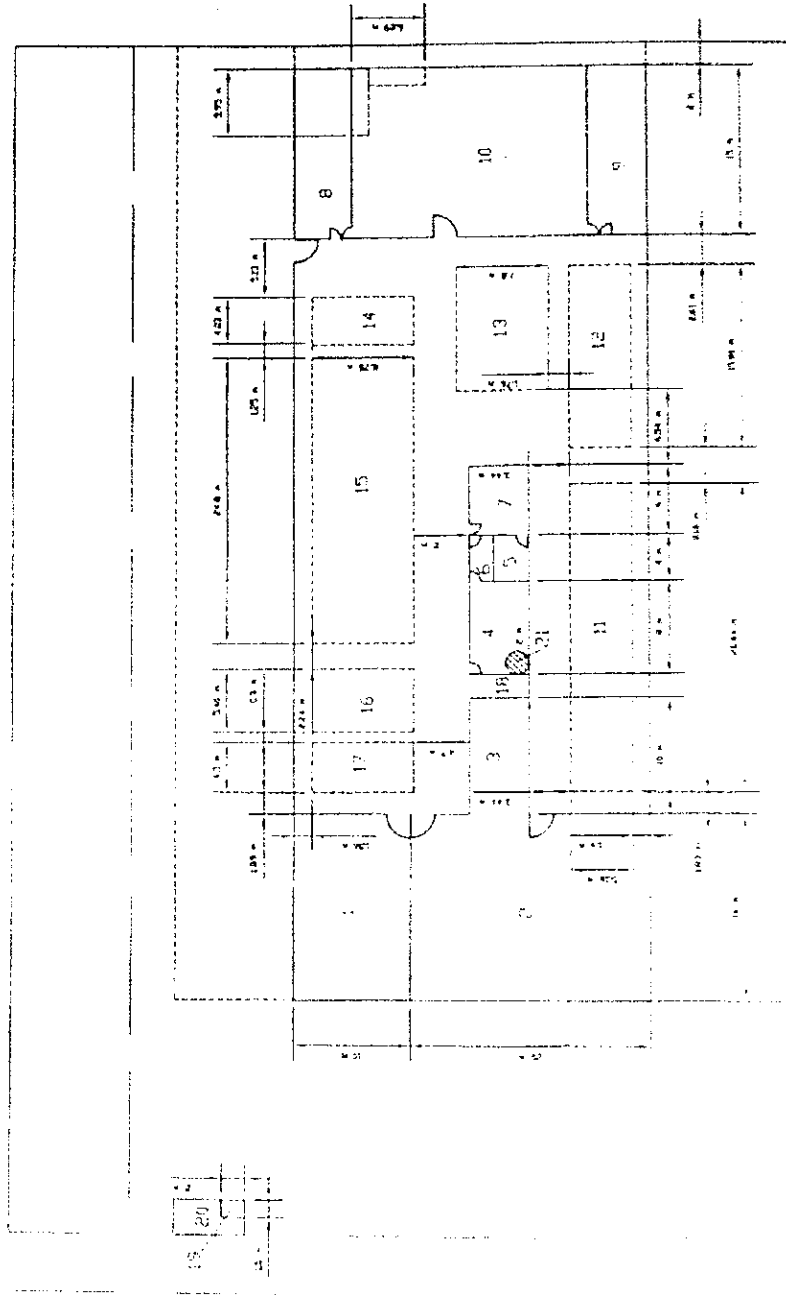
APÉNDICE B PLANO DEL ÁREA DE ESTACIONAMIENTO



CONTINUACIÓN APÉNDICE B
PLANO DEL ÁREA DE ESTACIONAMIENTO

- A. Área de estacionamiento
- B. Jardines laterales y área de futura expansión de la planta
- C. Bodega principal: área de producción y almacenamiento en le primer nivel y oficinas en el segundo nivel
- D. Comedor
- E. Baños del piso de producción
- F. Zona de embarque y desembarque
- G. Carretera
- H. Garita de control

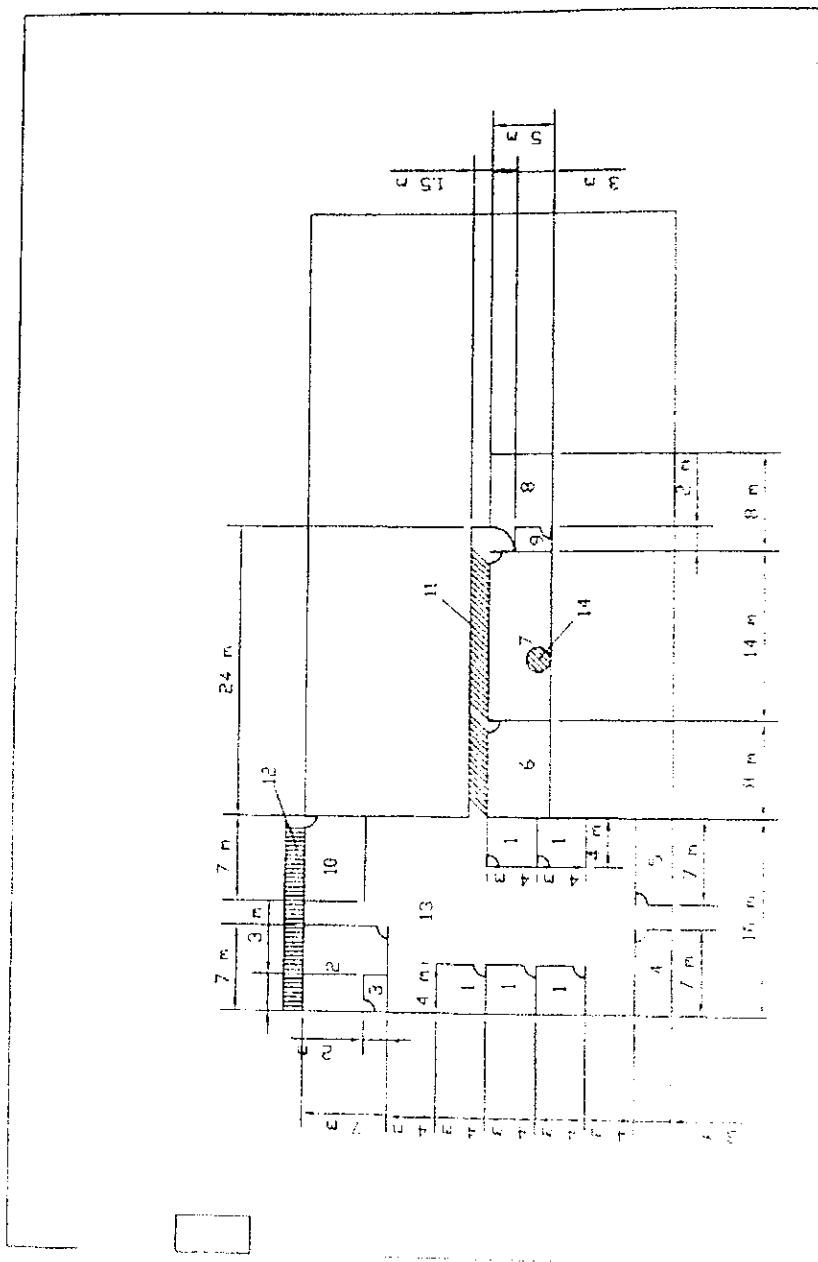
APÉNDICE C
 PLANO DEL PRIMER NIVEL
 (PISO DE PRODUCCIÓN)



CONTINUACIÓN APÉNDICE C
PLANO DEL PRIMER NIVEL (PISO DE PRODUCCIÓN)

1. Bodega de producto terminado
2. Bodega de materia prima: subárea de flexografía y prensa por placa
3. Bodega de materia prima: subárea de materiales diversos
4. Oficinas de producción
5. Baño individual compartido entre área 4 y 7
6. Laboratorio de revelado de cellos
7. Oficina de diseño diverso y producción de placas para prensa
8. Baños para mujeres
9. Baños para hombres
10. Comedor con cocina
11. Área de prensa
12. Área de secado de pliegos de prensa
13. Área de troquelado
14. Área de guillotinado
15. Área de empaque de productos de provenientes de prensa
16. Área de impresión y corte flexográficos
17. Área de horneado y empaque de producto flexográfico
18. Pasillo
19. Baño individual de garita
20. Garita de control
21. Gradadas en espiral que comunican la oficina de Producción del primer nivel con la del segundo nivel

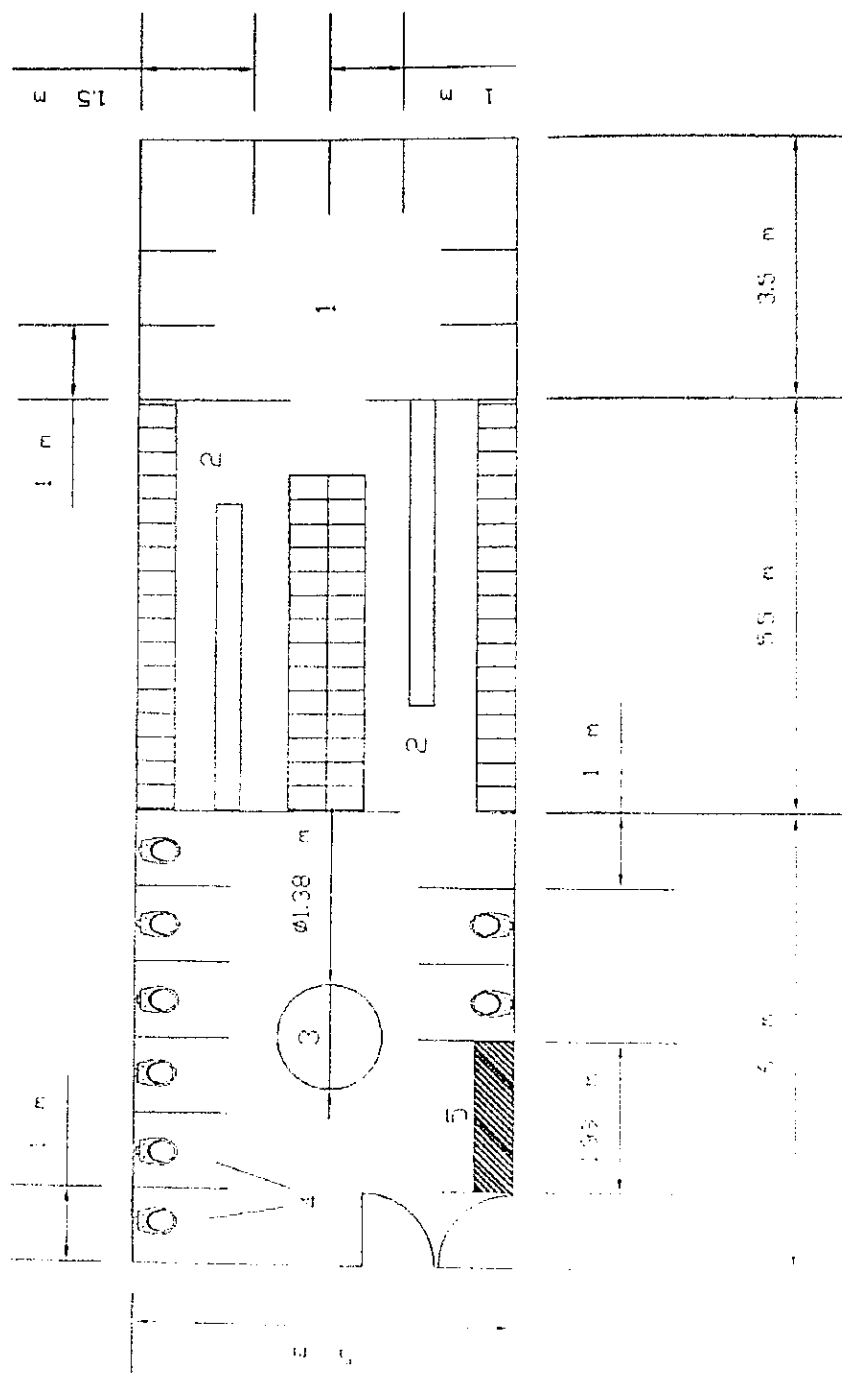
APÉNDICE D
PLANO DEL SEGUNDO NIVEL
(OFICINAS)



CONTINUACIÓN APÉNDICE D
PLANO DEL SEGUNDO NIVEL
(OFICINAS)

1. Oficinas privadas para gerentes de departamento
2. Oficina privada de la gerencia general
3. Baño privado de la gerencia general
4. Baño para mujeres
5. Baño para hombres
6. Salón de conferencias
7. Oficina de producción
8. Oficina privada de gerencia de producción
9. Baño privado de gerencia de producción
10. Área de recepción
11. Pasillo tipo balcón al exterior del mezanine de oficinas
12. Gradas de acceso a la recepción provenientes del primer piso exterior
13. Área de oficinas modulares
14. Gradas en espiral que comunican la oficina de producción del primer nivel con la del segundo nivel

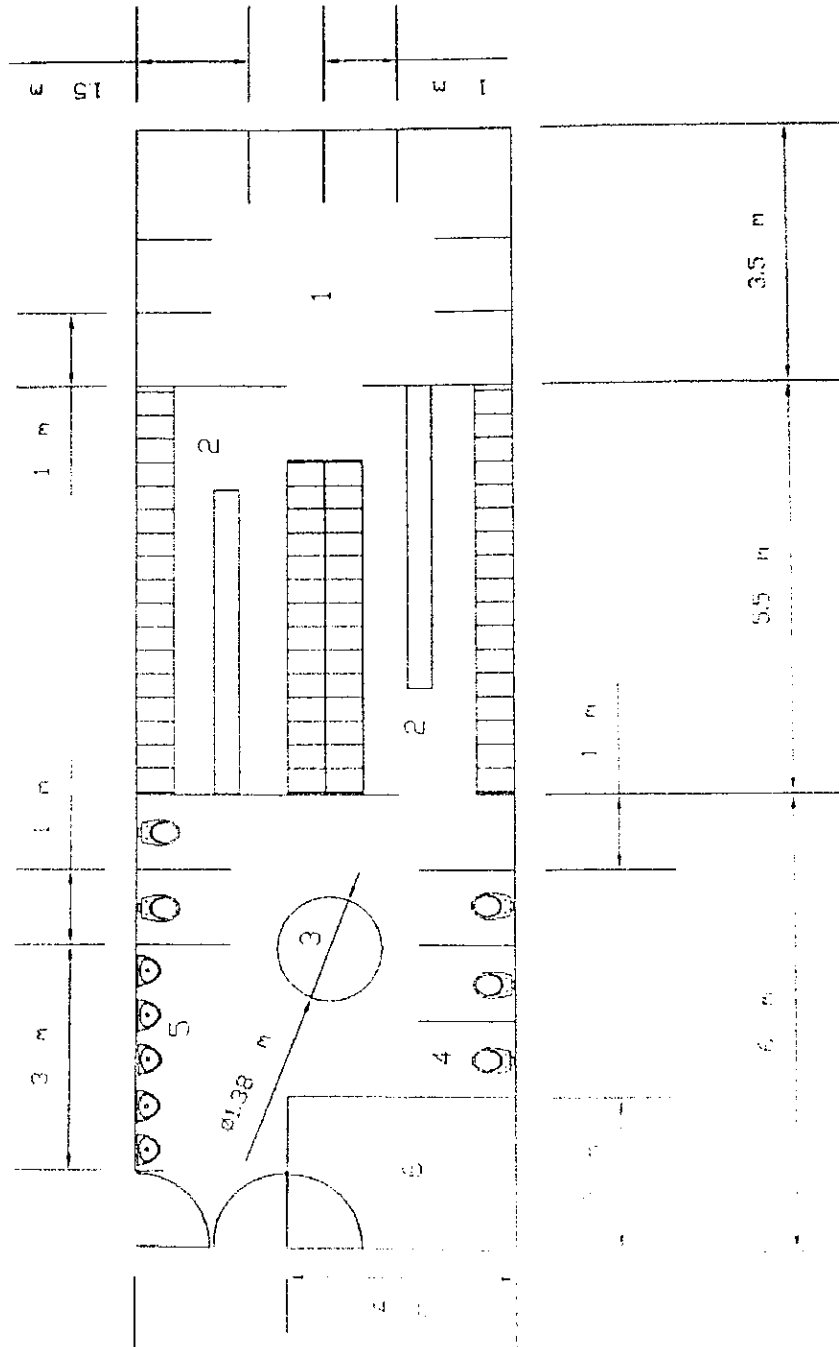
APÉNDICE E
 COMPLEJO SANITARIO PARA MUJERES
 (PISO DE PRODUCCIÓN)



CONTINUACIÓN APÉNDICE E
COMPLEJO SANITARIO PARA MUJERES
(PISO DE PRODUCCIÓN)

1. Área de duchas
2. Área de vestidores y casilleros
3. Lavamanos circular para ocho personas
4. Escusados
5. Tocador

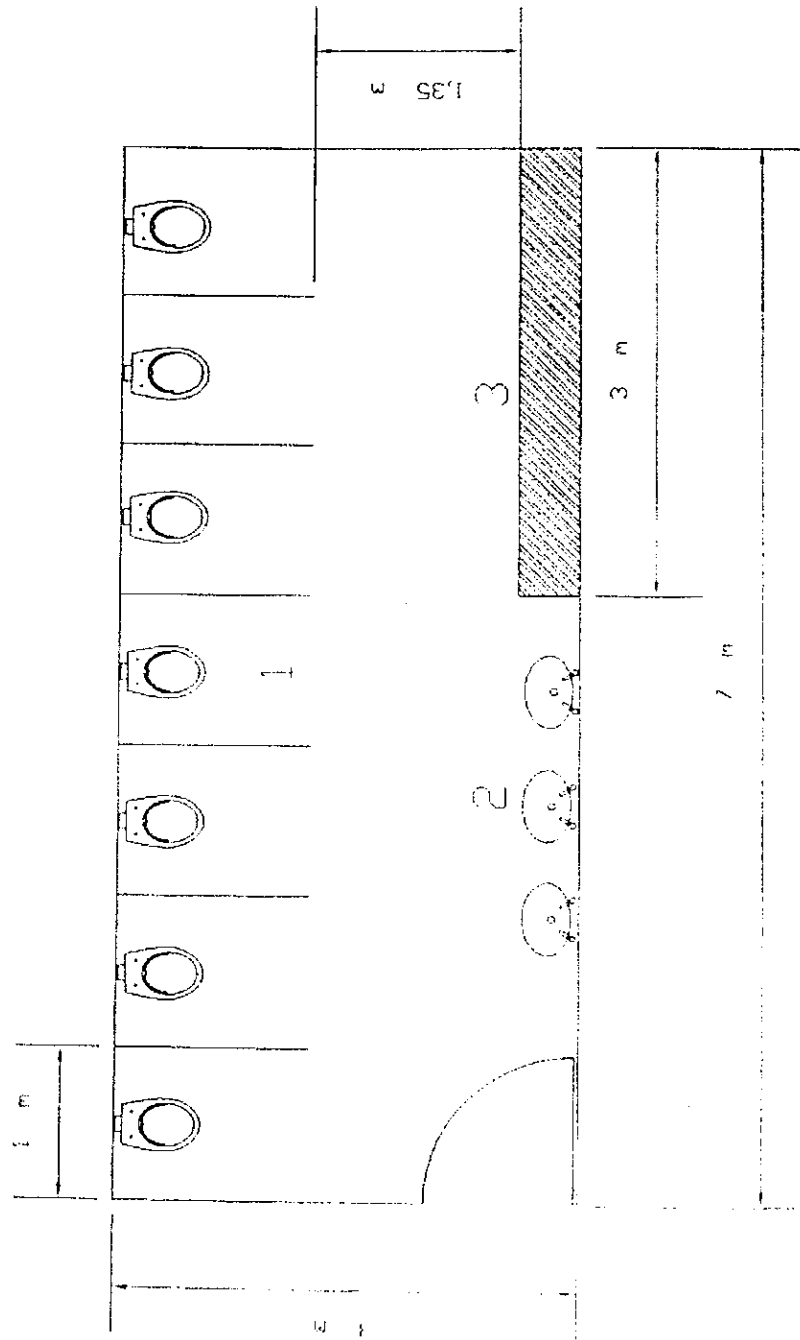
APÉNDICE F
COMPLEJO SANITARIO PARA HOMBRES
(PISO DE PRODUCCIÓN)



CONTINUACIÓN APÉNDICE F
COMPLEJO SANITARIO PARA HOMBRES
(PISO DE PRODUCCIÓN)

1. Área de duchas
2. Área de vestidores y casilleros
3. Lavamanos circular para ocho personas
4. Escusados
5. Mingitorios
6. Cuarto de conserje

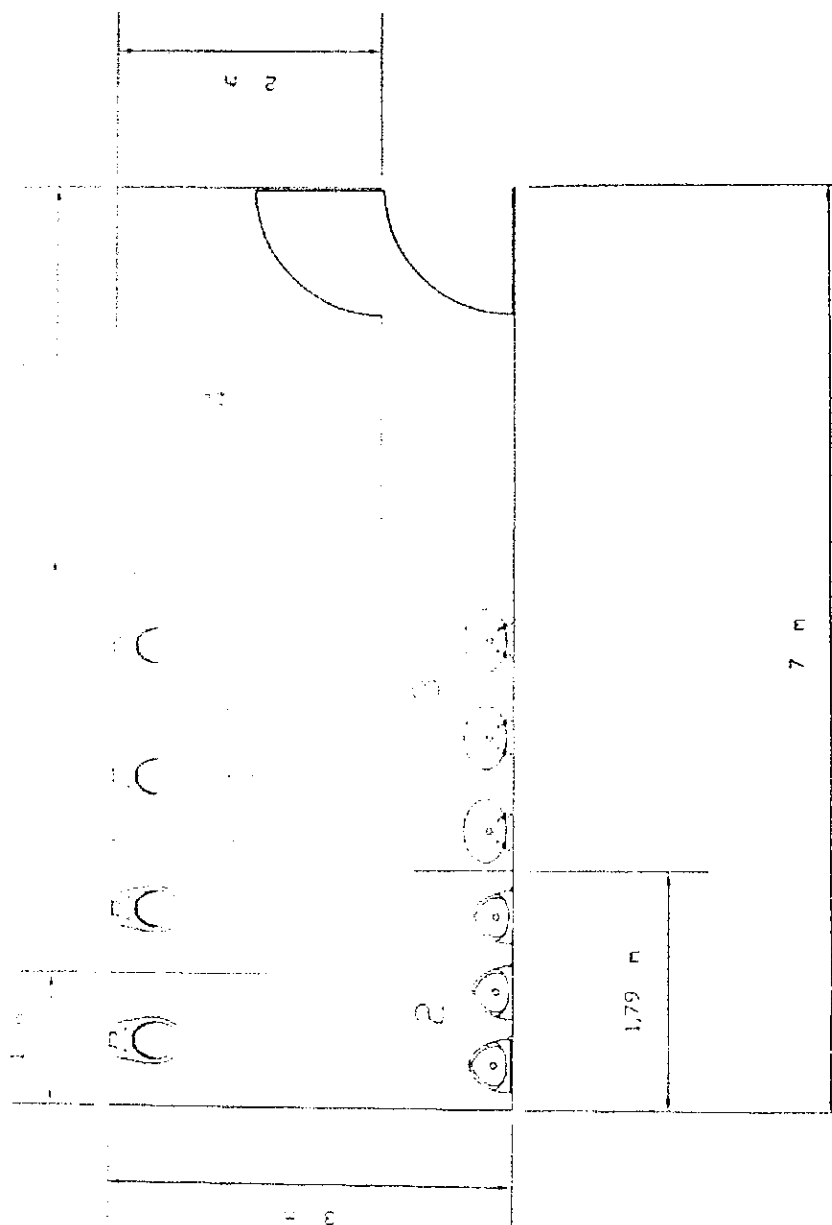
APÉNDICE G SANITARIO PARA MUJERES (OFICINAS)



CÓNTINUACIÓN APÉNDICE G
SANTARIO PARA MUJERES
(OFICINA)

1. Escusados
2. Lavamanos
3. Tocador

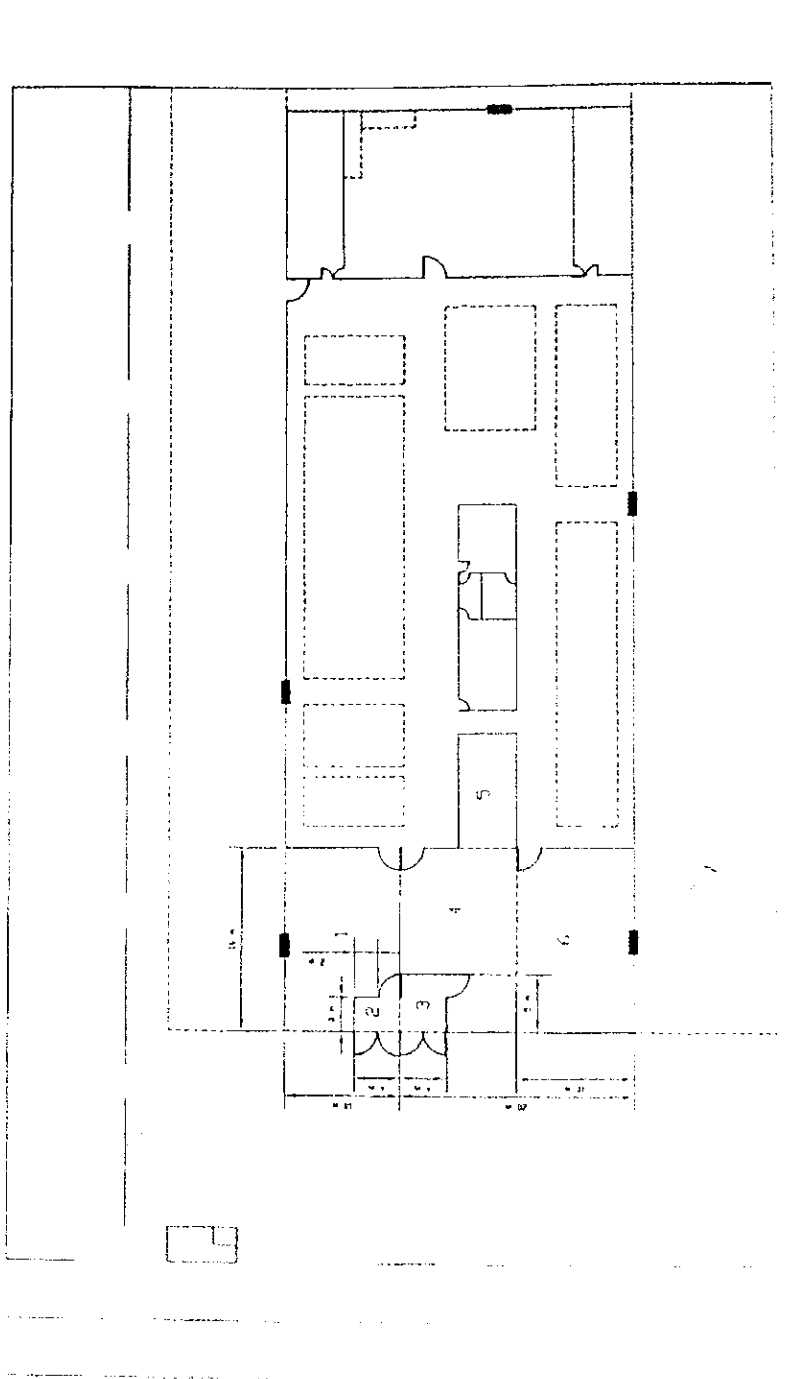
APÉNDICE H
SANITARIO PARA HOMBRES
(OFICINAS)



CÓNTINUACIÓN APÉNDICE H
SANITARIO PARA HOMBRES
(OFICINAS)

1. Escusados
2. Mingitorios
3. Lavamanos
4. Cuarto de conserje

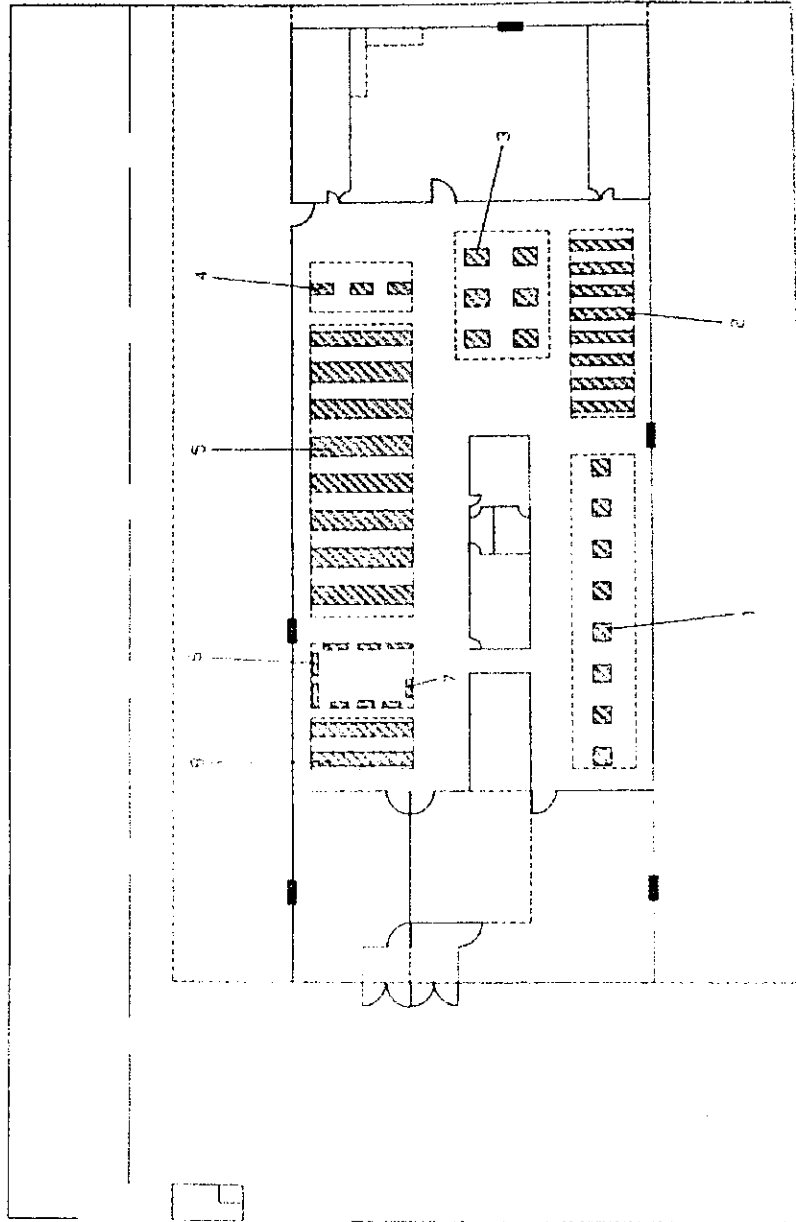
APÉNDICE I
PLANO DEL ÁREA DE ALMACENAMIENTO
Y SALIDAS DE EMERGENCIA



CONTINUACIÓN APÉNDICE I
PLANO DEL ÁREA DE ALMACENAMIENTO
Y SALIDAS DE EMERGENCIA

1. Bodega de producto terminado
2. Muelle de embarque
3. Muelle de desembarque
4. Bodega de materia prima: subárea de flexografía
5. Bodega de materia prima: subárea de productos diversos
6. Bodega de materia prima: subárea de prensa
7. Salidas de emergencia

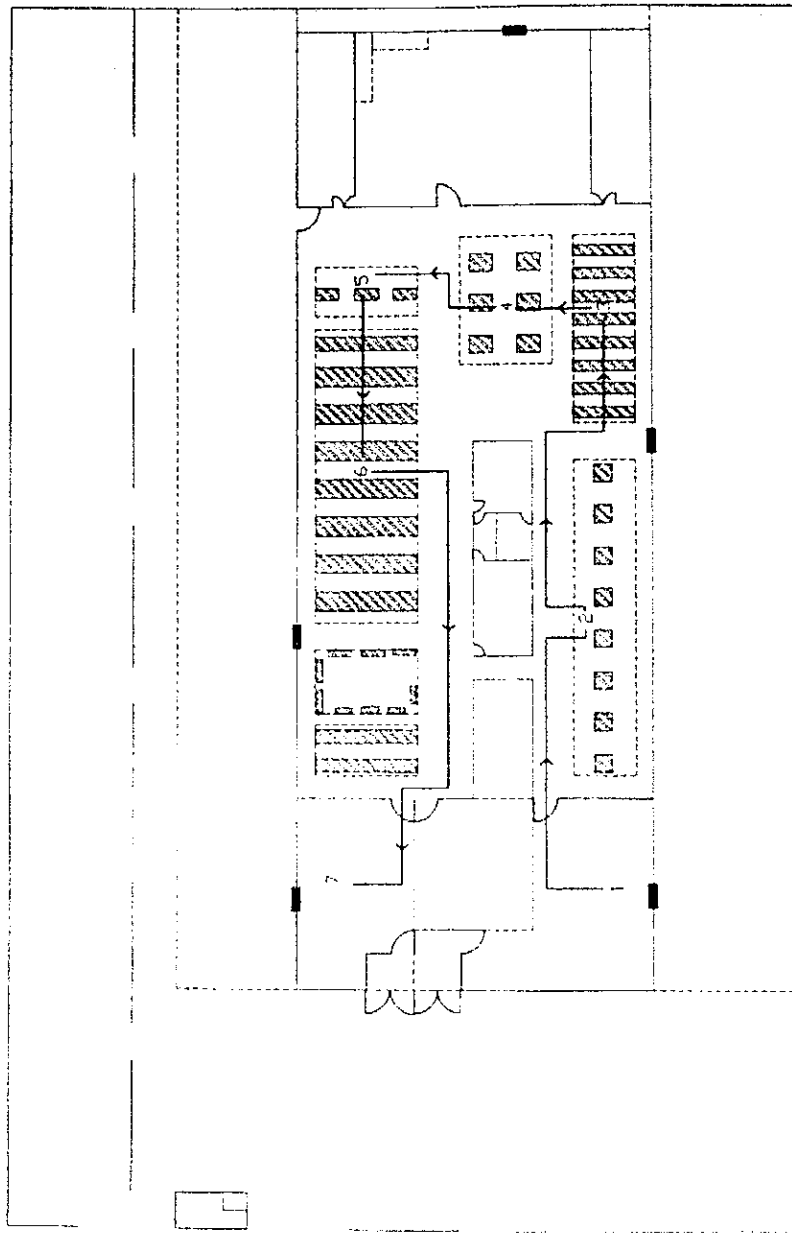
APÉNDICE J PLANO DE UBICACIÓN DE MAQUINARIA



CONTINUACIÓN APÉNDICE J
UBICACIÓN DE MAQUINARIA

1. Prensas de uno o varios colores
2. Estanterías de secado
3. Troqueladoras
4. Guillotinas
5. Mesas de empaque para productos de litografía
6. Impresoras de flexografía
7. Cortadoras de flexografía
8. Mesas de empaque para productos de flexografía

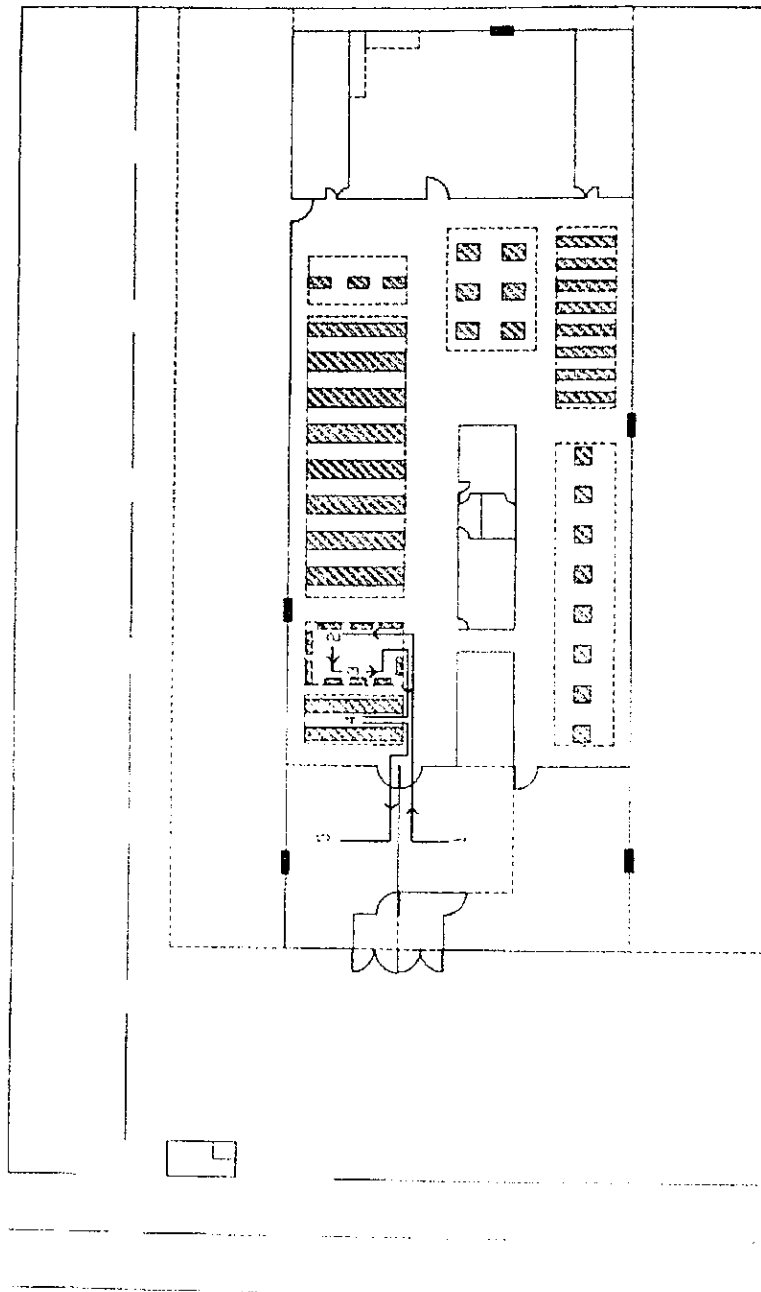
APÉNDICE K
DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PROCESO
LITOGRAFÍA



CONTINUACIÓN APÉNDICE K
DIAGRAMA DE RECORRIDO
DE PROCESO - LITOGRAFÍA

1. Bodega de materia prima: área de litografía
2. Área de prensa por placas
3. Área de secado
4. Área de troquelado
5. Área de guillotinado
6. Área de empaque
7. Bodega de producto terminado

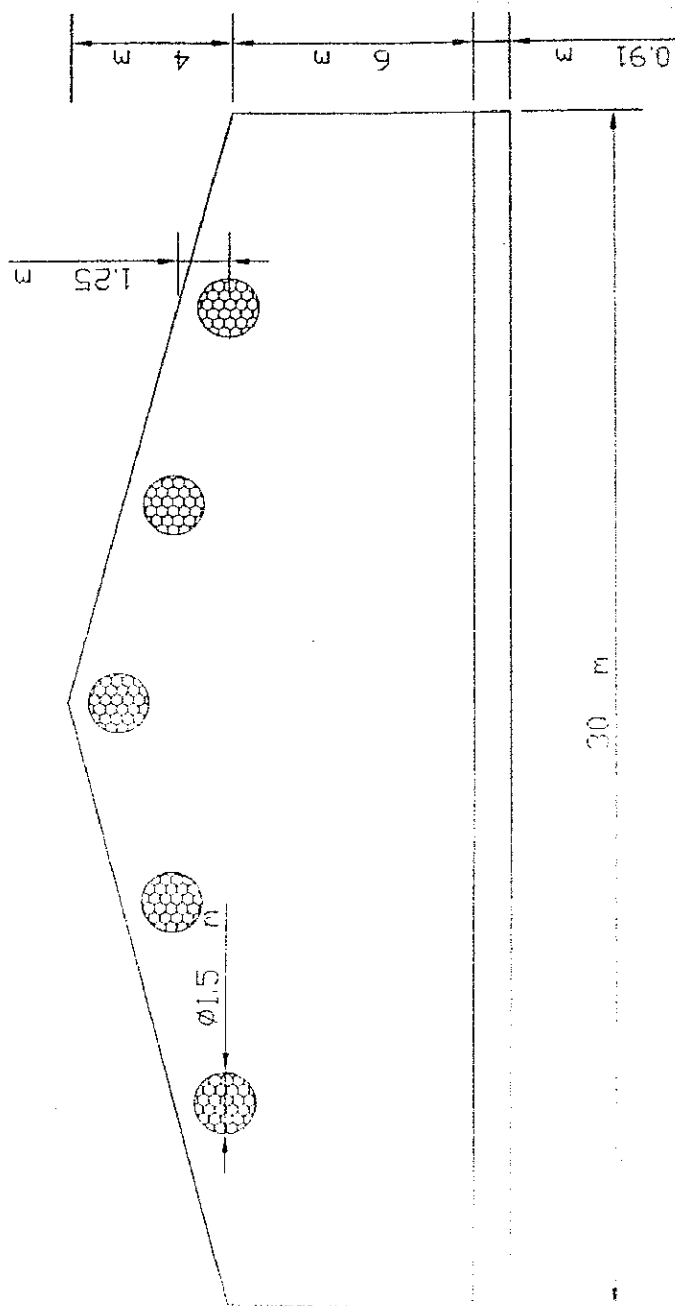
APÉNDICE L
DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PROCESO
FLEXOGRAFÍA



CONTINUACIÓN APÉNDICE L
DIAGRAMA DE RECORRIDO
DE PROCESO - FLEXOGRAFÍA

1. Bodega de materia prima: área de flexografía
2. Área de impresión
3. Área de corte
4. Área de empaque
5. Bodega de producto terminado

APÉNDICE M EXTRACTORES DE AIRE



APÉNDICE O
CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA
ANÁLISIS ECONÓMICO DESPUÉS DE IMPUESTOS
CON FINANCIAMIENTO POR DEUDA

Costo de las instalaciones y maquinaria nueva: Q.114,093,480.00 en n = 0
 Monto Financiado con capital propio: Q. 5,000,000.00
 Monto financiado con préstamo bancario: Q. 9,093,480.00 a pagar en 10 cuotas con un 25% de interés anual
 Valor Salvamento del Terreno en 10 años en n = 10
 Depreciación de instalaciones Línea Recta
 Ingresos Anuales Q.19,200,000.00
 Costos Anuales de Operación Q.12,480,000.00
 Período de Análisis 10 años
 Impuestos 40 %

ANÁLISIS ECONÓMICO DESPUÉS DE IMPUESTOS

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Saldo de deuda	9,093,480	8,184,132	7,274,784	6,365,436	5,456,088	4,546,740	3,637,392	2,728,044	1,818,696	909,348	0
Inversión instalaciones	5,000,000										
Ingresos Anuales	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000
Costos Anuales de Operación	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000
Pago de Deuda Intereses	2,273,370	2,046,033	1,818,696	1,591,359	1,364,022	1,136,685	909,348	682,011	454,874	227,337	
Depreciación	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348
Valor de salvamento de terreno											748,868
Utilidad antes de impuestos	-5,000,000	3,037,282	3,264,619	3,491,956	3,719,293	3,921,630	4,173,967	4,401,304	4,628,641	4,855,978	5,832,183
Impuestos		1,214,913	1,305,848	1,396,782	1,487,717	1,568,652	1,669,587	1,760,522	1,851,456	1,942,391	2,332,873
Utilidad después de impuestos		1,822,369	1,958,771	2,095,174	2,231,576	2,352,978	2,504,380	2,640,782	2,777,185	2,913,587	3,499,310
Pago de Deuda Capital		909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348
Depreciación		1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348
Flujos de caja		2,322,369	2,458,771	2,595,174	2,731,576	2,852,978	3,004,380	3,140,782	3,277,185	3,413,587	3,999,310
CON FLUJO DE CAJA											
TIR después Impuestos											0.5068
TMAR después impuestos											0.1800
VP después impuestos											Q 6,333,835.92

APÉNDICE P
CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA
ANÁLISIS ECONÓMICO DESPUÉS DE IMPUESTOS
CON FINANCIAMIENTO POR DEUDA
VARIACIÓN DE LA INVERSIÓN INICIAL

Condición:
Inversión inicial como porcentaje de la Inversión Inicial del Anexo O 80%

Costo de las Instalaciones y maquinaria nueva: Q 11,274,784.00 en n = 0
 Monto Financiado con capital propio: Q 5,000,000.00
 Monto financiado con préstamo bancario: Q 6,274,784.00
 a pagar en 10 cuotas con un 25% de interés anual
 Valor Salvamento del Terreno an 10 años Q 748,867.68 an n = 10
 Depreciación de Instalaciones Línea Recta
 Ingresos Anuales Q 19,200,000.00
 Costos Anuales de Operación Q 12,480,000.00
 Periodo de Análisis 10 años
 Impuestos 40 %

ANÁLISIS ECONÓMICO DESPUÉS DE IMPUESTOS

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Saldo de deuda	6,274,784	5,647,306	5,019,627	4,392,349	3,764,870	3,137,392	2,509,914	1,882,435	1,254,957	627,478	0
Inversión Instalaciones	5,000,000					25,000					
Ingresos Anuales	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000	19,200,000
Costos Anuales de Operación	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000
Pago de Deuda Intereses	1,568,696	1,411,826	1,254,957	1,098,087	941,218	784,348	627,478	470,609	313,739	156,870	
Depreciación	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478
Valor de salvamento de terreno	4,023,826	4,180,695	4,337,565	4,494,434	4,626,304	4,808,174	4,965,043	5,121,913	5,278,782	5,435,652	5,592,522
Utilidad antes de impuestos	1,609,530	1,672,278	1,735,026	1,797,774	1,850,522	1,923,269	1,986,017	2,048,765	2,111,513	2,174,261	2,237,009
Impuestos	2,414,295	2,508,417	2,602,539	2,696,661	2,775,782	2,884,904	2,979,026	3,073,148	3,167,269	3,261,391	3,355,513
Utilidad después de Impuestos	627,478	627,478	627,478	627,478	627,478	627,478	627,478	627,478	627,478	627,478	627,478
Pago de Deuda Capital	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478	1,127,478
Depreciación	2,914,295	3,008,417	3,102,539	3,196,661	3,275,782	3,384,904	3,479,026	3,573,148	3,667,269	3,761,391	3,855,513
Flujos de caja	-5,000,000										

CON FLUJO DE CAJA
 TIR después Impuestos 0.6072
 TMAP después Impuestos 0.1800
 VP después Impuestos Q 8,073,953.88

APÉNDICE R
CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA
ANÁLISIS ECONÓMICO DESPUÉS DE IMPUESTOS
CON FINANCIAMIENTO POR DEUDA
VARIACIÓN DEL INGRESO POR VENTAS

Condición:
Ingreso por ventas como porcentaje del Ingreso por ventas del Anexo O 80%

Costo de las Instalaciones y maquinaria nueva:	Q	14,093,480.00	en	n = 0
Monto Financiado con capital propio:	Q	5,000,000.00		
Monto financiado con préstamo bancario:	Q	9,093,480.00		
a pagar en 10 cuotas con un 25% de interés anual				
Valor Salvamento del Terreno en 10 años	Q	748,867.68	en	n = 10
Depreciación de Instalaciones		Linea Recta		
Ingresos Anuales	Q	15,360,000.00		
Costos Anuales de Operación	Q	12,480,000.00		
Periodo de Análisis		10 años		
impuestos		40 %		

ANÁLISIS ECONÓMICO DESPUÉS DE IMPUESTOS

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Saldo de deuda	9,093,480	8,184,132	7,274,784	6,365,436	5,456,088	4,546,740	3,637,392	2,728,044	1,818,696	909,348	0
Inversión Instalaciones	5,000,000										
Ingresos Anuales	15,380,000	15,360,000	15,360,000	15,360,000	15,360,000	15,360,000	15,360,000	15,360,000	15,360,000	15,360,000	15,360,000
Costos Anuales de Operación	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000	12,480,000
Pago de Deuda Intereses	2,273,370	2,046,033	1,818,696	1,591,359	1,364,022	1,136,685	909,348	682,011	454,674	227,337	
Depreciación	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348
Valor de salvamento de terreno											748,868
Utilidad antes de impuestos	-802,718	-575,381	-348,044	-120,707	81,630	333,967	581,304	788,641	1,015,978	1,992,183	
Impuestos	0	0	0	0	0	32,652	224,522	315,456	406,391	796,873	
Utilidad después de impuestos	-802,718	-575,381	-348,044	-120,707	48,978	200,380	336,782	473,185	609,587	1,195,310	
Pago de Deuda Capital	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348	909,348
Depreciación	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348	1,409,348
Flujos de caja	-5,000,000	-302,718	-75,381	151,956	379,293	548,978	836,782	973,185	1,109,587	1,695,310	
CON FLUJO DE CAJA											
TIR después impuestos											
TIMAR después impuestos											
VP después impuestos											
	Q	0.0230									
	Q	0.1800									
	Q	(2,904,647.43)									