

# CAPÍTULO V

## ESTUDIO TÉCNICO



**E**l estudio técnico es uno de los más laboriosos, dado que en esta parte, se tiene que ver el proceso de fabricación y los medios para esa fabricación. La selección de la maquinaria, y los procesos requieren de un análisis concienzudo para evitar retrasos en el proyecto y peor aún, vaciar el capital de trabajo al cubrir los excesos en el presupuesto calculado.

Para fines del estudio, en las páginas siguientes se muestran los cálculos realizados, la maquinaria a utilizar, los flujos de producción, la estructura de la organización y la ubicación óptima de las tortillerías.

### 5.1 Localización de Tortillerías

Debido a que no se conoce la desviación estándar de la población, se realizó una prueba piloto de 50 tortillerías encuestadas para determinar los valores cualitativos para la localización de planta. La fórmula recomendada es:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} \quad \text{donde } n' = \frac{S^2}{\sigma^2}$$

donde  $S^2$  = varianza de la muestra =  $p(1-p)$  y  $\sigma^2$  = varianza de la población = el error estándar al cuadrado,  $(\mu - \bar{x})^2$ . El tamaño de muestra se determinó en 50, ya que se desea una diferencia entre la media de la población y la media de la muestra (error estándar) no mayor a 0.04 a un nivel de confianza del 90%.

Los factores que se tomaron en cuenta para la encuesta se muestran en la tabla 5.1 junto con el peso que fue estimado de acuerdo a factores recomendados por algunos libros de ingeniería industrial:

Factor	Peso
Vialidades	0.05
Permisos, costo de servicios e impuestos	0.05
Disponibilidad de materia prima	0.1
Competencia cercana	0.2
Nivel del costo de la mano de obra	0.05
Flujo de gente	0.3
Nivel económico de la zona	0.25
<b>Total</b>	<b>1</b>

Tabla 5.1: Factores a evaluar en encuesta

Con base a esta información, se realizará la evaluación por puntos para la localización de los locales (tabla 5.1). De la tabla anterior se ha visto que el flujo de gente y el nivel socioeconómico de la zona son los factores más relevantes para los tortilleros.

Factor	Peso	Calificación				
		Zona Sur	Z. Norte	Z. Ote.	Z. Pte.	Z. Centro
Vialidades	0.05	8	9	8	9	8
Permisos, costo de servicios e impuestos	0.05	8	8	8	8	8
Disponibilidad de materia prima	0.1	7	9	9	6	7
Baja Competencia	0.2	8	6	7	9	6
Nivel del costo de la mano de obra	0.05	8	8	8	6	7
Flujo de gente	0.3	7	7	7	8	6
Nivel económico de la zona	0.25	8	8	8	6	7

Tabla 5.2: Evaluación de las zonas

En la tabla 5.2, se colocan las calificaciones, del 0 al 10, dadas por las personas encuestadas sobre cada uno de los factores anteriormente mencionados. A continuación se hace una ponderación de las calificaciones utilizando los factores de la tabla 5.1.

Factor	Peso	Calificación Ponderada				
		Zona Sur	Z. Norte	Z. Ote.	Z. Pte.	Z. Centro
Vialidades	0.05	0.4	0.45	0.4	0.45	0.4
Permisos, costo de servicios e impuestos	0.05	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Disponibilidad de materia prima	0.1	0.7	0.9	0.9	0.6	0.7
Baja Competencia	0.2	1.6	1.2	1.4	1.8	1.2
Nivel del costo de la mano de obra	0.05	0.4	0.4	0.4	0.3	0.35
Flujo de gente	0.3	2.1	2.1	2.1	2.4	1.8
Nivel económico de la zona	0.25	2	2	2	1.5	1.75
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>7.6</b>	<b>7.45</b>	<b>7.6</b>	<b>7.45</b>	<b>6.6</b>

Tabla 5.3: Ponderación de las zonas

La conclusión de esta evaluación es que la mejor zona para la ubicación de las tortillerías sería en la zona Sur y la zona Este (Oriente), de la ciudad de Puebla al presentar mayores ventajas en los conceptos de vialidades, acceso a la materia prima y segmento de mercado óptimo, es decir familias de bajo nivel económico.

## 5.2 Determinación de la capacidad de Planta

Con el fin de tener una idea de cuánto se puede producir, es necesario saber el crecimiento anual de la demanda potencial, tanto pesimista como optimista. En la tabla 5.4 se muestra el crecimiento porcentual de ambas demandas:

Año	DPTI Optimista	Crecimiento anual	DPTI pesimista	Crecimiento anual
2005	1,518.48		85,768.84	
2006	1,796.42	18.30%	86,046.78	0.32%
2007	2,953.27	64.40%	87,203.63	1.34%
2008	5,164.83	74.89%	89,415.19	2.54%
2009	13,036.64	152.41%	97,286.99	8.80%

Tabla 5.4: Crecimiento de demanda potencial pesimista y optimista

De la tabla anterior, se puede ver que tenemos un crecimiento de la demanda que en el peor de los casos será de tan sólo 0.32% de año 2005 al 2006, por lo que la capacidad de producción podrá crecer al menos en ese porcentaje.

Así mismo, se observa que la capacidad para la producción de tortilla deberá cubrir una demanda mínima de 1,518.48 toneladas anuales, o al menos acercarse lo más posible, con la flexibilidad de ir creciendo anualmente en los porcentajes estimados en la tabla 5.4.

Como parte final de este estudio, será buscar maquinaria que nos permita cubrir la mayor demanda posible de acuerdo a la capacidad estimada requerida.

### 5.3 Proceso Productivo

Ya se determinó la capacidad requerida por el mercado, ahora se debe establecer el proceso productivo, es decir, cuáles son los procesos y en qué orden estarán en la producción de tortilla. En la tabla 5.5 se establecen los pasos y los tiempos en minutos que encierra la producción:

Actividad	1. vez Tiempo (min)	Tiempo (min)
1.- Recepción de materia prima (masa)	30	0
2.- Almacenamiento	0	0
3.- Colocación de masa en alimentador /mezclador	3	0
4.- Mazclado con agua	15	0
5.- Colocación de masa húmeda al máquina	2	2
6.- Corte y horneado de tortilla	0.02	0.02
7.- Recibo de tortilla en canastas	0.1	0.1
8.- Consulta del pedido	0.5	0.5
9.- Pesado	1	1
10.- Empaque	0.5	0.5
11.- Entrega de producto terminado	0.5	0.5
12.- Cobro del PT	1.5	1.5
<b>Total</b>	<b>54.12</b>	<b>6.12</b>

Tabla 5.5: Proceso de producción de tortillas de maíz

Como se podrá apreciar, el tiempo total de arranque es de 54 minutos con 12 pasos, mientras que al pasar el proceso de arranque, el tiempo baja a 6 minutos con sólo 8 etapas. La razón de esto es porque al iniciar la producción, es necesario preparar la masa en el alimentador.

### 5.3.1 Diagrama del Proceso

De lo anterior, se elabora un diagrama del proceso (diagrama 5.1) para tener una idea más fácil de asimilar:

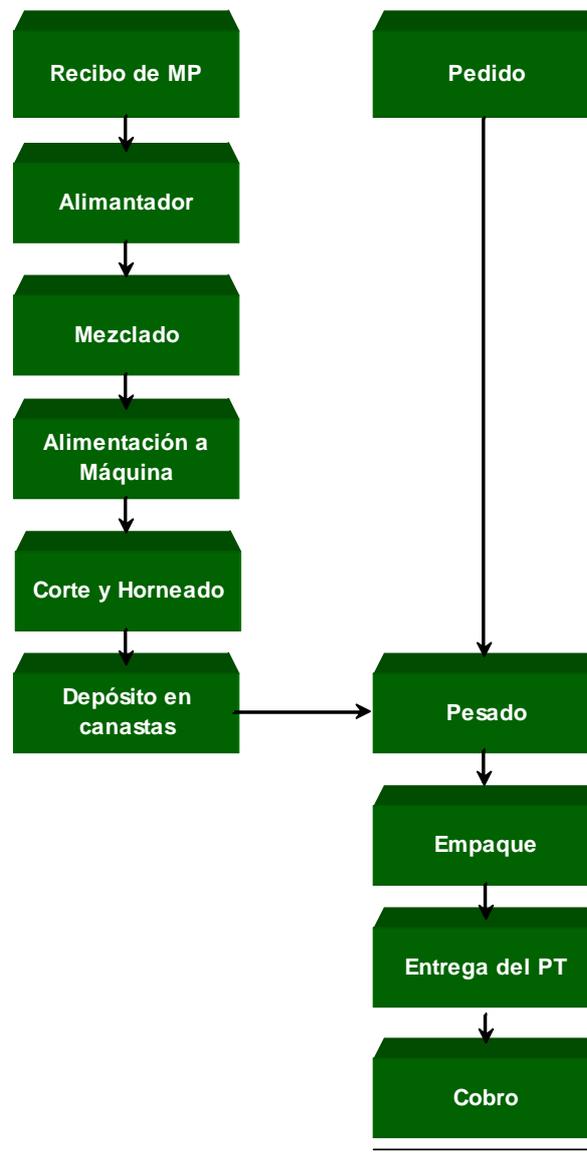


Diagrama 5.1: Diagrama de proceso de producción  
Fuente: Elaboración propia

### 5.3.2 Diagrama de flujo del proceso

Una vez determinado los tiempos y los pasos de producción, se recomienda elaborar un diagrama de flujo, donde se pueden apreciar los tiempos muertos por transporte de materia prima en proceso y almacenamiento. En el diagrama 5.2, se observan 4 transportes, sin embargo, éstos no son de relevancia debido a que el transporte toma muy poco tiempo dentro del proceso, ya que del transporte 2 al 4, éste se realiza por la máquina de tortillas.

En ese mismo diagrama, se aprecian dos procesos que pueden ser realizado en forma paralela, los cuales son: a) la consulta del pedido y la entrega de la mercancía, y b) la producción de tortilla. Esto quiere decir, que mientras la máquina elabora las tortillas, la empleado (a) de mostrador tiene tortillas en la canasta para cubrir los pedidos.

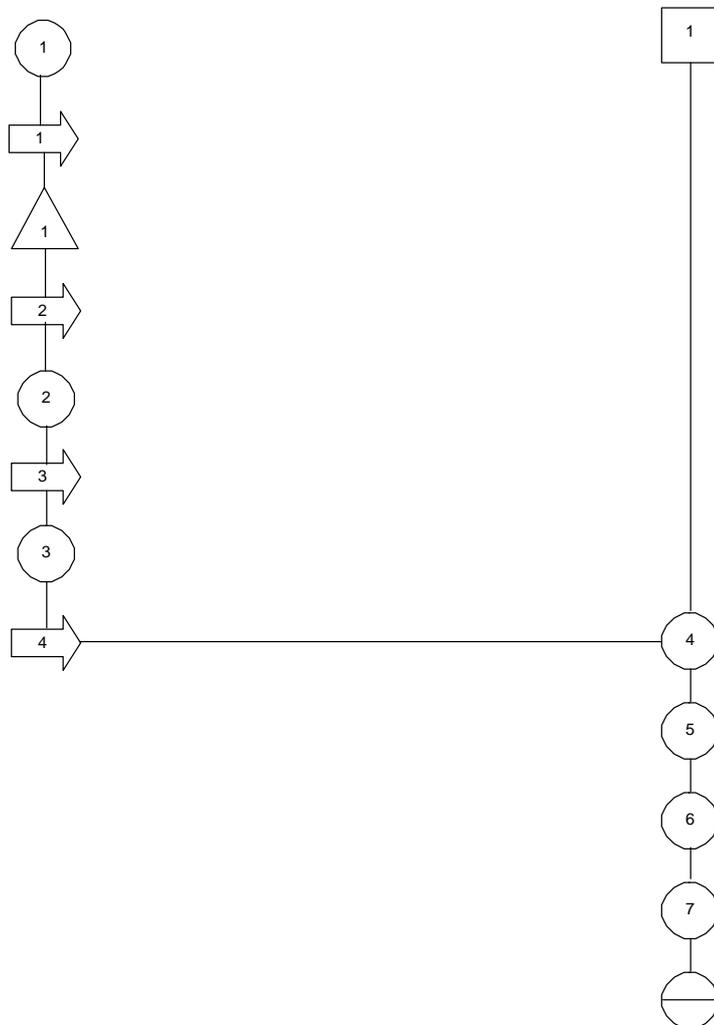


Diagrama 5.2: Diagrama de flujo  
Fuente: Elaboración propia

### 5.3.3 Selección de la maquinaria

Ya con la información anterior, se establecen las características de la maquinaria que deberá tener la capacidad de producción deseada, así como la capacidad para cubrir el proceso de producción establecido. En la tabla 5.6, se aprecia la información del equipo deseado.

Descripción de la actividad	Equipo necesario
1.- Recepción de materia prima (masa)	Ninguno
2.- Almacenamiento	Ninguno
3.- Colocación de masa en alimentador /mezclador	Ninguno
4.- Mazclado con agua	Alimentador
5.- Colocación de masa húmeda al máquina	Ninguno
6.- Corte y horneado de tortilla	Tortec - 50 para 100 Kg. / Hr.
7.- Recibo de tortilla en canastas	Canastas de 1m de diámetro
8.- Consulta del pedido	Ninguno
9.- Pesado	Báscula de 40 Kg
10.- Empaque	Ninguno
11.- Entrega de producto terminado	Ninguno
12.- Cobro del PT	Caja registradora

Tabla 5.6: Equipo requerido para el proceso de producción de tortillas de maíz

Afortunadamente, el proyecto a evaluar, es de un nivel de complejidad relativamente bajo, ya que hoy en día existen máquinas que elaboran la tortilla a los diferentes tamaños que hay en el mercado a una velocidad muy aceptable y poco complejas de manejar. Además, las exigencias de otro tipo de maquinaria son nulas, facilitando procesos productivos, de capacitación y financieros.

#### 5.3.3.1 Descripción del Equipo

La máquina que nos serviría sería el modelo Tortec-50, ya que tiene una capacidad de producción aceptable (100Kg/hr.) a un precio medio (\$95,000). Es importante recordar

que los niveles de producción hoy en día son de 430 Kg. diarios en promedio para la ciudad de Puebla. Por el momento no se considera tener maquinaria de máxima producción, ya que es necesario tener experiencia en el campo para determinar el uso de mayor tecnología. Esta estrategia un tanto conservadora se debe al cuidado necesario en la determinación del capital de inversión.

Las características del equipo requerido se presentan en la tabla 5.7, donde se ven los consumos de energía eléctrica y gas.

Model	Largo	Ancho	Alto	Ducto (cm)	Peso (Kg)	HP	KW/hr.	Motores	Tipo de corriente	Consumo de gas (Kg/día)
Tortec 50	4.05	1	2.2	47x30,5	550	2.03	1.52	3	Trifásica o Monofásica	43.3
Alimentador	1.22	1.55	0.77		89	0.75	0.56	1	Trifásica o Monofásica	
Depósito de Gas LP					100					63.3
Báscula	0.5	0.5	0.3		5					

Tabla 5.7: Descripción del equipo requerido para el proceso de producción de tortillas de maíz

De la información anterior, se presenta la capacidad de producción de cada una de las tortillerías. La capacidad de producción es de 800 Kg diarios, no obstante, el proveedor de maquinaria señala que un funcionamiento normal es del 80% de la capacidad instalada, lo que nos lleva a tener 640 Kg de tortilla por día (tabla 5.8).

Cálculo de la Capacidad Instalada	
Máquina Tortec 50	
Capacidad de la máquina	100 kg/hora
Horas de trabajo / día	8 horas
Capacidad de Producción Diaria	800 kg
Capacidad real (80%)	640 Kg
Capacidad de Producción Semanal	4,480 kg
Capacidad de Producción Anual	1,635,200 kg
Número de Establecimientos	5
Capacidad Anual Total Instalada	1,168,000 kg

Tabla 5.8: Capacidad instalada por local

#### 5.4 Cálculo de la mano de obra necesaria

El equipo ha sido determinado, ahora es conveniente determinar la mano de obra necesaria, la cual se basa en el número de pasos requeridos para la el funcionamiento del negocio, así como en los tiempos de los mismos y el número de veces que se repiten esos pasos.

En la tabla 5.9, se aprecia el proceso de producción, la repetición de los pasos y los tiempos requeridos. Las casillas marcadas con N.N significa “No Necesario”, por ser un proceso hecho por alguna de las máquinas. La forma de determinar la mano de obra necesaria, se estima calculando el tiempo promedio de cada una de las etapas del proceso de producción entre la jornada laboral por hombre y este resultado multiplicado por el número de veces que se lleva a cabo, así se observa que en el paso 3 (colocación de masa en el alimentador/mezclador), el tiempo estimado es de 0.05 de hora y el número de veces al día es de 7, por lo que la mano de obra es igual a:  $(0.05 \text{ hrs.} / 8 \text{ hrs./hombre}) * 7 \text{ veces} = 0.04 \text{ de hombre}$ .

Actividad	1. vez Tiempo (Hrs.)	Tiempo (Hrs.)	No. de veces al día	Mano de Obra 1. Vez (No.)	Mano de obra (No.)	Tiempo (Hrs.) Total/día
1.- Recepción de materia prima (masa)	0.5000	0.0000	1.00	0.06	0.00	0.50
2.- Almacenamiento	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00
3.- Colocación de masa en alimentador /mezclador	0.0500	0.0000	7.00	0.04	0.00	0.35
4.- Mezclado con agua	0.2500	0.0000	Continua	N.N	N.N	-----
5.- Colocación de masa húmeda a la máquina	0.0333	0.0333	7.00	0.03	0.03	0.23
6.- Corte y horneado de tortilla	0.0003	0.0003	Continua	N.N	N.N	-----
7.- Recibo de tortilla en canastas	0.0017	0.0017	Continua	N.N	N.N	-----
8.- Consulta del pedido	0.0083	0.0083	100.00	0.12	0.10	-----
9.- Pesado	0.0167	0.0167	100.00	0.21	0.21	1.67
10.- Empaque	0.0083	0.0083	100.00	0.10	0.10	0.83
11.- Entrega de producto terminado	0.0083	0.0083	100.00	0.10	0.10	0.83
12.- Cobro del PT	0.0250	0.0250	100.00	0.31	0.31	2.50
<b>Total</b>	<b>0.9020</b>	<b>0.1020</b>		<b>0.99</b>	<b>0.86</b>	

Tabla 5.9: Cálculo de la mano de obra necesaria

Siguiendo esa fórmula para cada uno de los pasos en el proceso de producción y efectuando la suma total, se obtienen la mano de mano de obra necesaria para todo el proceso de producción para un local, la cual es de 0.99 de hombre para este caso en particular. Esto quiere decir que es necesario un empleado para llevar a cabo la producción de tortillas. Sin embargo, por experiencia de los productores de tortilla, es mejor tener dos personas, una dedicada a la supervisión de la máquina y almacenamiento de materia prima, y otra dedicada al mostrador (ventas) y otras actividades de limpieza.

### 5.5 Determinación de las áreas de Trabajo

Ya se ha calculado el equipo necesario, así como el número de personas necesarias, por lo que ya se tienen los elementos necesarios para determinar el tamaño de planta, o en este caso del local, basado en el número de áreas requeridas (tabla 5.10).

Área	Bases de cálculo	m2
Almacén de MP	Se piensa tener unos 15 paquetes de masa de 1m x 0,7 m x 0,2 m. Cálculo LE.	8.00
Máquina tortilladora	Tamaño de la máquina más un metro alrededor para maniobras	19.00
Alimentador	Tamaño de la báscula	1.89
Mostrador	El tamaño del mostrador es de 2,5m x 1m	2.50
Baño	Especificaciones mínimas de construcción	3.00
<b>Total</b>		34.39

Tabla 5.10: Estimación del tamaño de local

Las áreas requeridas son: a) un almacén de materia prima, b) un espacio para la máquina tortilladora, c) un espacio para el alimentador, d) otro para el mostrador, e) un baño debido a las exigencias de la secretaría del trabajo y área de circulación. Las áreas estimadas, están basadas en las normas oficiales de la Secretaría del Trabajo, por lo que

nuestra área total esta estimada en 34.39 m<sup>2</sup>, la cuál deberá ser un poco más grande para los espacios de tránsito.

A continuación se presenta la tabla 5.11 y 5.12 para explicar cómo se determinó el tamaño del almacén, ya que éste depende del inventario que se desee tener. Como la capacidad de producción se estima en 640 kg diarios, la masa requerida es de 533 Kg.

Lote Económico	
Costo de la masa / Kg	\$3.00
Costo de la masa / Ton	\$3,000.00
Masa diaria (Kg)	533
Masa anual (Ton.)	194.55
Interés por mantener Inv.	4.58%
Costo por pedido	\$2.69

Lote Económico	
<b>Lote Económico (Ton.)</b>	<b>2.76</b>
L. E. Anual (Kg)	2759.99
Mensual (Kg)	230.00
Contenido / paquete	15
<b>Total de paquetes de masa</b>	<b>15.33</b>

Tabla 5.11: Lote económico

Utilizando los costos de la masa, del costo por pedido y un interés por tener inventario (un costo de oportunidad estimado de tener ese dinero en el Banco), la fórmula:

$$L.E. = \sqrt{\frac{2C_p Q}{C_q I}}$$

nos recomienda realizar pedidos por una cantidad de 15 paquetes de masa , por lo que nuestro almacén deberá tener el espacio suficiente para su colocación.

### 5.5.1 Diagrama de Relación de actividades

Una de las herramientas de la ingeniería industrial para la distribución de las áreas dentro de una planta, es el diagrama de relación de actividades el cual sugiere cuáles áreas deberían estar cerca y cuáles no, basado en su flujo de producción.

En el caso de un local, este diagrama no es necesario por ser un área muy pequeña, un proceso de producción muy sencillo y muy pocos departamentos. Sin embargo, se ha decidido utilizar este diagrama a modo ilustrativo como parte de una evaluación de proyectos.

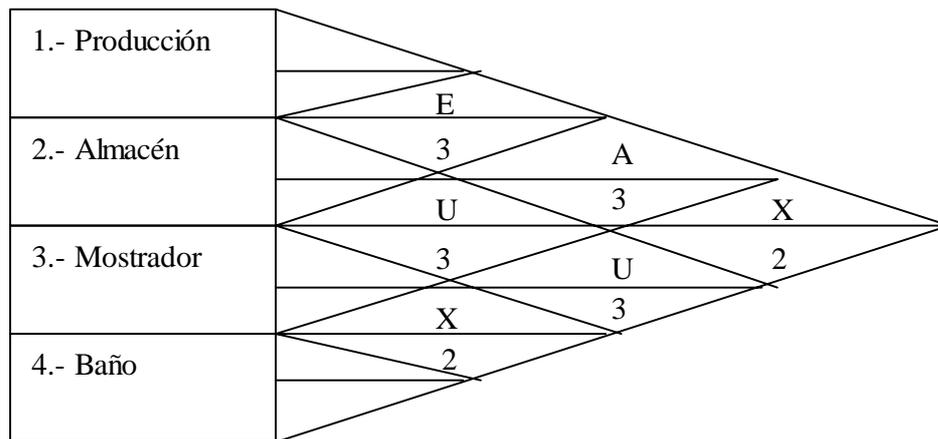


Diagrama 5.3: Diagrama de relación de actividades  
Fuente: Elaboración propia

El diagrama anterior, sugiere que el almacén este junto al área de producción por ser conveniente al flujo de la materia prima. En el caso del mostrador, señala que es absolutamente importante que se encuentre cerca de la producción, debido a que la máquina deposita el producto terminado, es decir, las tortillas, en un recipiente del cual el empleado toma mercancía para cubrir los pedidos.

Para el caso del baño, en este diagrama se puede leer que es indeseable que se encuentre cerca de la producción, así como del mostrador por cuestiones de sanidad e higiene (ver anexo 5).

## 5.6 Organigrama

Finalmente, dentro de la administración de empresas se sugiere que la organización debe conocer perfectamente bien quién hace qué dentro de ella, para evitar confusiones al realizar actividades o pedir información, por ello, en el diagrama 5.4 se ha establecido el organigrama de lo que podría ser este proyecto de inversión de llevarse a cabo.

Como director general sería el dueño de la organización, el cual supervisaría las cinco tortillerías, dentro de las cuales existiría un empleado para atender la máquina y el almacén y otro para la venta de mostrador y actividades de limpieza. Con esta organigrama

se aprecia que de llevarse acabo el proyecto, se daría empleo a 10 personas quienes a su vez ayudarían al sustento familiar.

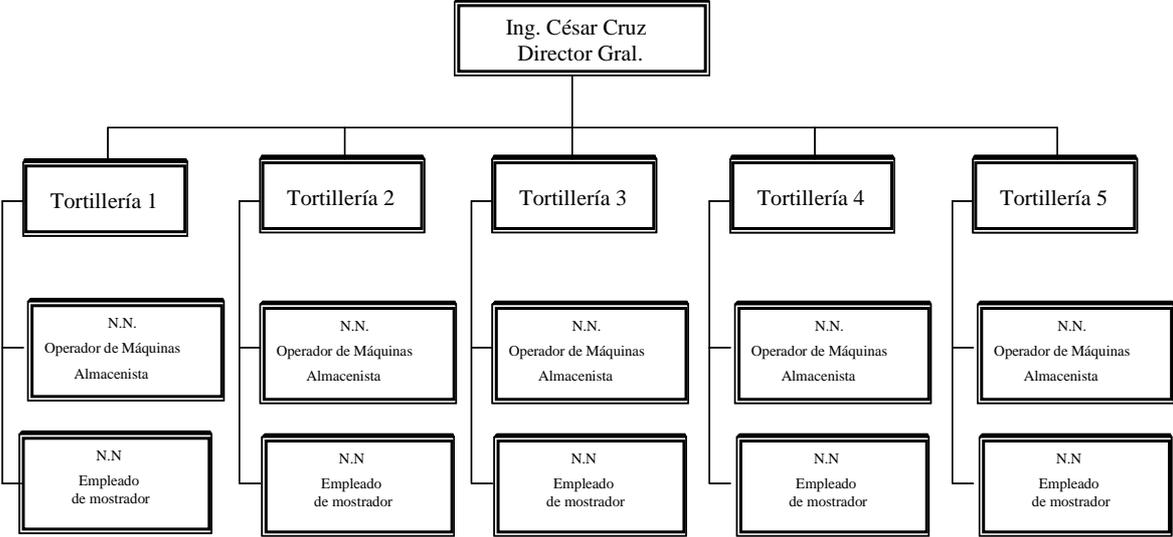


Diagrama 5.4: Organigrama del negocio  
Fuente: Elaboración propia

Por supuesto se considera el sueldo del administrador/propietario de \$9000 por las 5 tortillerías y de acuerdo al comportamiento del negocio, éste podrá incrementarse. Para los empleados, se considera un salario entre \$2000 y \$3000 mensuales, lo que llevaría a la organización a un costo fijo de sueldos y salarios de casi \$40,000 mensual, si se toma el salario más alto de \$3000. Pero en el siguiente capítulo se realiza el estudio económico a detalle del proyecto.