

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROCESO DE TRITURACIÓN DE MÁRMOL

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

MARÍA DEL ROSARIO REYES MUÑOZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1999



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo preceptuado por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su respetable consideración el trabajo de tesis titulado:

PROCESO DE TRITURACIÓN DE MÁRMOL

trabajo que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial, el 29 de octubre de 1996.

María del Rosario Reyes Muñoz

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios.
VOCAL 1º	Ing. José Francisco Gómez Rivera.
VOCAL 2º	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez.
VOCAL 3º	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana.
VOCAL 4º	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán.
VOCAL 5º	Br. Mauricio Alberto Grajeda Mariscal.
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck.
EXAMINADOR	Ing. Jorge Ernesto Herrera López.
EXAMINADOR	Ing. Hugo Rodolfo Bueso Lara.
EXAMINADOR	Ing. Oscar Roberto Villagrán Berganza.
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López.

Guatemala, 12 de febrero de 1,999

Ing. Francisco Gómez,
Director Escuela Mecánica Industrial,
Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Estimado Director.

Por medio de la presente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que por asignación de esa escuela he asesorado el trabajo de tesis denominado PROCESO DE TRITURACIÓN DE MARMOL, realizado por la estudiante MARÍA DEL ROSARIO REYES MUÑOZ, carnet No. 8530132.

Basándome en los requerimientos que la facultad de Ingeniería exige, recomiendo que el trabajo de tesis de la citada estudiante sea plenamente aprobado. Este trabajo es responsabilidad de la autora y del asesor.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. María Elena Pérez M.
Colegiado No. 3816
Asesora


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Catedrático Revisor de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor de Tesis al trabajo de tesis titulado **PROCESO DE TRITURACIÓN DEL MÁRMOL**, presentado por la estudiante universitaria **María del Rosario Reyes Muñoz**, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Sergio Forres Méndez
Catedrático Revisor de Tesis
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

Guatemala, octubre de 1,999.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **PROCESO DE TRITURACION DE MARMOL**, presentado por la estudiante universitaria **María del Rosario Reyes Muñoz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, noviembre de 1999.

ends

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**

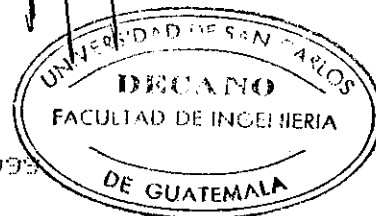


FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobacion por parte del Director de la Escuela de Ingenieria Mecanica Industrial, al trabajo de tesis titulado **PROCESO DE TRITURACION DE MARMOL**, presentado por la estudiante universitaria **Maria del Rosario Reyes Muñoz**, procede a la autorizacion para la impresion de la misma.

IMPRIMASE


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, noviembre de 1995

ends

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO: por darme la vida y la oportunidad de culminar mis estudios.

A la Ingeniera María Elena Perez Morales, por su asesoría y dedicación a este trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

**Marco Tulio Reyes Barrios
Marta Izabel Muñoz Muñoz de Reyes**

MI ESPOSO

Fredy Mauricio Rojas Mazariegos

MI HIJO

Marco Mauricio Rojas Reyes

MIS HERMANOS

Licy, Shený, Mayra, Vilma, Claudia y Maco

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

ÍNDICE GENERAL

GLOSARIO	IV
INTRODUCCIÓN	V
OBJETIVOS	VI
1 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL MÁRMOL	1
1.1 Qué es el mármol	1
1.1.1 Composición mineral del mármol	1
1.1.2 Su formación	1
1.2 Dónde se encuentra	2
1.3 Productos de mármol ó sus usos	4
1.3.1 Productos de mármol	
1.3.2 Usos de mármol	4
1.4 Granito de mármol	5
2 INDUSTRIA DE TRITURACIÓN DE MARMOL	7
2.1 Materia prima	7
2.1.1 Características	7
2.1.2 Localización	7
2.2 Maquinaria	7
2.2.1 Tipos	7
2.2.2 Marcas	8
2.2.3 Maquinaria actual	8
2.3 Mano de obra	8
2.3.1 Para producción	8
2.3.2 Para mantenimiento	9
2.4 Servicios	10

3 PROCESO ACTUAL DE TRITURACIÓN DE MÁRMOL

3.1	Planificación del proceso	13
3.1.1	Producto	13
3.1.1.1	Granito de mármol	13
3.1.1.2	Polvo de mármol	14
3.1.2	Sistema de producción	14
3.1.2.1	Proceso de producción	14
3.1.2.2	Diagrama de proceso	17
3.1.2.3	Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla	18
3.1.3	Distribución de planta	21
3.2	Control de calidad	24
3.2.1	Puntos críticos de control	24
3.2.2	Seguridad industrial	25
3.3	Almacenaje de producto terminado	25
3.4	Organización actual de la empresa	25

4 PROCESO PROPUESTO DE TRITURACIÓN DE MÁRMOL

4.1	Planificación del proceso	26
4.1.1	Sistema de producción	27
4.1.1.1	Proceso de producción	27
4.1.1.2	Diagrama de proceso de operación	37
4.1.1.3	Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla	40
4.1.2	Distribución de Planta	43
4.2	Control de calidad	47
4.2.1	Centros de inspección	63
4.2.2	Seguridad industrial	64
4.3	Almacenaje de producto terminado	70
4.4	Organización de la empresa	71
4.4.1	Organigrama	76

CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS.	80

GLOSARIO

- Calcita** Carbonato de calcio CaCO_3 .
- Canteras** Sitio donde se saca o extrae piedra, son los lugares donde se explora y explota el mármol.
- Escuadrado** Es la forma en que se extrae el mármol.
- Exfoliación** Propiedad que tienen ciertos minerales de fracturarse al ser golpeados.
- Granito** Se le llama así a las piedras pequeñas de diferentes diámetros, al triturar y clasificar las piedras de mármol.
- Mármol** Piedra caliza metamórfica de textura compacta y cristalina, susceptible de buen pulimento y mezclada con sustancias que le dan colores diversos o figuras, manchas, figuras o vetas.
- Nicoya** Se denomina así al color amarillo-beige que tiene el mármol.
- Quijada** Es parte principal de la máquina de triturar, es la parte que quiebra la piedra.
- Triturar** Es moler, desmenuzar una materia sólida, sin reducirla a polvo.
- Yacimiento** Sitio donde se halla naturalmente una roca.
- Triturar** Es moler, desmenuzar una materia sólida, sin reducirla a polvo.
- Veta** Porción, faja o lista de determinada materia, que por calidad y color etc. se distingue de la base en que se halla interpuesta.

INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el trabajo de tesis sobre el "Proceso de trituración de mármol", con el deseo de dar a conocer más sobre la industria de mármol en nuestro país, de implementar la ingeniería en el proceso productivo e incluso en el proceso administrativo en ésta empresa, para contribuir en una mínima parte al desarrollo productivo del país.

Este trabajo consta de cuatro secciones, en donde las dos primeras se describen las características del material, producto, maquinaria, mano de obra etc. , en la tercera sección se describe la situación actual de la empresa y en la última sección se hace el análisis y se proponen mejoras que deben hacerse en el proceso de trituración actual y, así, mejorar la productividad, relaciones entre personal, ambiente e higiene de la empresa, se pretende también dejar de una manera escrita y detallada, como es el proceso, en otras palabras que existan registros de la productividad de la empresa respecto de esta actividad.

OBJETIVOS

GENERALES

Aplicar la Ingeniería Industrial en ésta rama de la industria para ayudar a la productividad y calidad en este proceso, así como al desarrollo industrial del país.

ESPECÍFICOS

- a) Dar a conocer información general y específica del mármol y del proceso del mismo.
- b) Determinar el proceso actual de trituración del mármol.
- c) Analizar el proceso ya determinado.
- d) Proponer mejoras al proceso de trituración del mármol ya analizado, a través del uso de los conocimientos de ingeniería.

1. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL MÁRMOL

1.1 Qué es el mármol

El mármol es una roca carbonatada visiblemente recristalizada, es una piedra caliza metamórfica, el principal mineral que la constituye es la calcita (carbonato de calcio CaCO_3), además, contiene porcentajes pequeños de otros minerales que se consideran impurezas tales como: cuarzo, grafito, hematita, limonita, mica, clorita, tremolita etc.

1.1.1 Composición mineral del mármol

MINERAL	MÁRMOL PURO	MÁRMOL DOLOMITICO
CaCO_3 Carbonato de Calcio	90% - 100%	Hasta 54%
MgCO_3 Carbonato - Magnésico	0% - 10%	desde 46%

1.1.2 Su formación

Sus granos pueden ser desde, finamente sacaroideos, que no llegan a distinguirse a simple vista hasta ser tan gruesos que puedan mostrar, claramente, la exfoliación de la calcita. Las vetas de la mayoría de los mármoles muestran una orientación casual, pero, en algunos, los ejes cristalográficos están alineados en una dirección común: el crucero (dirección por la que resulta más fácil la división de las rocas).

La calcita produce un mosaico con superficies que reflejan brillo, lo cual le permite a la roca adquirir un pulimento agradable y ornamental.

Las capas enterradas de la piedra caliza se convierten en mármol por medio del metamorfismo termal, es decir por medio del calor de masas ígneas intrusas, con el ayuda del agua y otros agentes.

Las rocas calizas dolomíticas o dolomitas calcáreas, a veces forman capas alternas con la calcita, formando mármoles indeseados debido a que los dos materiales, frecuentemente, difieren en color, textura, susceptibilidad al pulimento y resistencia al clima.

Las sustancias orgánicas dan origen a rocas cuyas manchas varían desde gris claro hasta negro. Los mármoles dolomíticos o el mármol de calcio puro, es decir, el mármol absolutamente puro, es blanco y brillante como la nieve.

Los mármoles rosado y rojo, deben su color a la hematita o al carbonato de magnesio. Los mármoles amarillo y crema, lo deben a un contenido de limonita. Los mármoles con hierro imparten hermosas coloraciones de verde, rojo o café con sombras veteadas o planeadas.

1.2 Dónde se encuentra

Existe una serie de países que cuentan con yacimientos de mármol de diferente calidad y/o color, y que, también es comercializado. Ejm: Italia, Portugal, Grecia, Irán, Francia, Paquistán, Marocco, China Taiwan, Bélgica, Luxemburgo, Suiza, Rumanía, España, Uruguay, Guatemala. (fuente "World Trade Annual").

En el mapa geológico de la República de Guatemala se puede apreciar que en toda la parte de la sierra de las minas y chuacús, se localizan las rocas dolomíticas y calizas, de donde se derivan los mármoles por el proceso metamórfico.

Yacimientos de mármol localizados en la república de Guatemala

Color del mármol	Departamento	Municipio
Blanco	Huehuetenango	Aguacatán
Blanco	Izabal	Morales
Blanco	Zacapa	Teculután
Blanco	Petén	San Luis
Blanco	Guatemala	San Juan
Blanco	Zacapa	Gualán y R.
Rosado	Zacapa	Gualán y R.
Rosado	El Progreso	El Progreso
Gris	Guatemala	San Juan S.
Gris	Jutiapa	Asunción
Gris	Quetzaltenango	Cabrican
Gris	Zacapa	Gualán
Gris	Petén	San Luis
Negro	Baja Verapaz	San Gerón.
Negro	Chiquimula	Olopa
Negro	Guatemala	San Juan Sac.
Negro	Zacapa	Gualán y R
Rojo	Zacapa	Gualán
Veteado	El Progreso	El Prog.
Verde	El Progreso	El Prog.
Verde	Zacapa	Gualán
Verde	Petén	San Luis

Entonces, en diez departamentos de la República de Guatemala se tiene confirmada la existencia de mármol y, especialmente, en el departamento de Zacapa, en los municipios de Gualán, Río Hondo y Teculután se encuentra gran variedad de colores, grandes cantidades y la mejor calidad.

1.3 Productos de mármol o sus usos

Existe gran variedad de usos de mármol, éste es desde materia prima hasta complemento, en las diferentes actividades económicas en que se le utiliza. Se puede decir que se usa en construcción, ornamentación, arte, decoración, mueblería fina, etc. y todo esto debido a su vistosidad, elegancia, durabilidad y que, también, no es susceptible al quiebre por la acción del fuego.

1.3.1 Productos de mármol

Como ejemplos de productos se pueden citar los siguientes:

- estatuas, esculturas en general,
- edificios (paredes interiores y/o exteriores,
- dinteles, pasamanos,
- muebles como mesas de sala o comedor, marquesa,
- pisos,
- columnas,
- baños, lavamanos,
- lápidas, panteones, placas, números de casas,
- juegos de ajedrez,
- chimeneas,
- fuentes para jardín,
- adornos en general, etc.

1.3.2 Usos de mármol

Los mármoles residuales o desperdicio, proveniente del escuadrado de bloques, de trabajos de limpieza o de los trabajos de preparación en las canteras pueden ser aprovechados en los siguientes procesos:

- triturándolos se emplea en la elaboración de pisos y en la construcción, en general, por ejemplo, en diseños decorativos para lobby de hoteles, áreas de recreación, interiores y exteriores de edificios, en residencias, en áreas como sala, cocina, baño, zocalo etc., también es usado en los cementerios como acabado de nichos.

Calcinándolos en hornos especiales se obtiene la cal. Y granulándolos en molinos son utilizados como materia prima en la industria del vidrio.

1.4 Granito de mármol

El granito de mármol se obtiene por medio del proceso de trituración del desperdicio que se obtiene en las canteras de mármol, ya que al extraer los bloques de éste quedan sobrantes, y/o cuando se cortan los peñascos al aprovechar una falla de la roca, también se obtienen sobrantes, aunque uno de los objetivos de estos cortes o extracciones de mármol es sacar el menor desperdicio posible, siempre hay suficiente que es utilizado como materia prima para el proceso de trituración del mármol.

Al ser triturado el mármol es necesario tamizarlo para obtener la separación de los diferentes diámetros (de 1mm hasta 3cm) de las piedras o granos como comúnmente se le conoce, de allí el nombre de granito de mármol.

El granito de mármol es usado como materia prima para la elaboración de pisos de granito de mármol, también para hacer fachaletas, bordillos, gradas, aceras o, sea, que se usa bastante en construcción en general.

Los mármoles, generalmente blancos, a veces teñidos de negro, verde amarillo o pardo, veteados o moteados están constituidos esencialmente, de calcita; también pueden contener dolomita, hematita, serpentina, epidota y diopsido. Será más duro cuanto mayor sea su proporción de minerales silicios.

Los mármoles de grano fino a grueso de textura granosa, brillo satinado sobre la superficie de fractura se ralla fácilmente con un cortaplumas.

Si proviene de una caliza bastante pura por metamorfismo de contacto o regional, en la zona de rocas metamórficas se obtiene un mármol como el de Carrara o sea bastante puro.

Los mármoles puros crean un efecto óptico, también tienen escasa porosidad que es lo que le da gran resistencia. Se debe considerar que los mármoles son sensibles a la lluvia ácida.

Debido a la importancia que tiene económicamente y que representa una fuente de trabajo, se desarrollará el análisis del proceso de trituración de granito de mármol en las siguientes secciones.

2. INDUSTRIA DE TRITURACIÓN DEL MÁRMOL

2.1 Materia prima

2.1.1 Características

La materia prima para el proceso de trituración de mármol, es el mármol en bruto que generalmente, es obtenido de los residuos del escuadrado de bloques de mármol y/o de trabajos de preparación en las canteras. En otras palabras la materia prima que se utiliza.

2.1.2 Localización

La existencia de canteras autorizadas para la exploración y explotación de mármol en Guatemala es de 20 canteras según la Dirección General de Minería e Hidrocarburos por lo que se considera que en Guatemala hay suficiente mármol y, en este caso, suficientes desechos que se convierten en materia prima para la trituración. Cabe mencionar que en las canteras se tiene una producción promedio mensual de 1800 Mts cuadrados a un volumen de 50 Mts. cúbicos ó, sea, más ó menos 150 toneladas en bloques de mármol.

2.2 Maquinaria

La maquinaria y equipo a utilizar, en este proceso, puede ser de diferentes marcas, tipos y tamaños y se mencionarán algunas.

2.2.1 Tipos

- a) De impacto de eje vertical
- b) De impacto de barras de 3 etapas
- c) De quijada
- d) De quijada y rodos
- e) De quijada y trompo
- f) De quijada y martillo

2.2.2 Marcas

Canica
Eagle
Allis Chalmers
Nordberg

2.2.3 Maquinaria actual

En esta empresa, donde se analiza el proceso de trituración de mármol se cuenta con una máquina de la siguiente marca y equipo.

Trituradora marca ALLIS CHALMERS CO. que consta de:

- juego de quijadas de impacto con 28,800 PSI.,
- volantes de 48" de diámetro con 600 RPM.,
- motor de 10 HP. , de 1700 R.P.M.. , de 220 voltios,
- faja de 4" de ancho,
- dimensiones de la trituradora: en la parte más ancha mide 3 pies con 3 pulgadas; alto 2 pies con 1 pulgada,
- entrada original de 12 pulgadas,
- con movimiento excéntrico,
- una zaranda que clasifica los diferentes granos que consta de :
 - a) torre de 8 Pies y 2 pulgadas que sostiene el motor de 3 HP. de 680 R.P.M. de ., de 220 voltios,
 - b) faja en V,
 - c) cilindro de 3 tamices de diferente diámetro para obtener los diferentes diámetros de grano (granito de mármol).

2.3 Mano de obra

2.3.1 Para producción

La mano de obra que se requiere para la trituración del mármol es mano de obra no calificada. Y ésta se necesita para:

- a) alimentar la máquina con las piedras de mármol que son entregadas por otra empresa de la ciudad capital o del oriente del país, por medio de transportes particulares,
- b) recibir el material ya triturado e inspeccionar.

La mano de obra no calificada queda distribuida así

Nombre del puesto	Jefe inmediato	Actividad
Operador	Supervisor	Alimentar máquina
Empacador	Supervisor	Empacar producto
Estibadores	Jefe bodega	Estibar producto

2.3.2 Para mantenimiento

La preocupación más importante es el riesgo de seguridad que se presenta cuando una máquina se descompone cuando la está usando un operario. Otro efecto serio es que se interrumpa la producción o programación de las operaciones, lo cual puede traer como consecuencia que se presenten problemas de relación con los clientes, incluso, que se pierdan pedidos.

El mantenimiento preventivo consiste en la planeación sistemática, programación y terminación a tiempo del trabajo de mantenimiento necesario que se diseña para garantizar la mayor disponibilidad de equipo e instalaciones, prolongar la vida útil de los activos de capital y reducir los costos. Este trabajo abarca inspección, limpieza, lubricación, reemplazo y reparación, y, se programa por año para realizarse a intervalos planeados regulares.

Para establecer cualquier trabajo de mantenimiento preventivo, se deben determinar tres factores, que son:

- a) el contenido del trabajo, la descripción de las operaciones por hacer y la secuencia de éstas.

- b) la frecuencia, la cantidad de horas naturales o de máquina entre las repeticiones sucesivas del trabajo;
- c) la programación, los días elegido en un período de 12 meses para que se realice el trabajo.

La mano de obra calificada que se requiere cuando se le da mantenimiento preventivo ó correctivo a la maquinaria:

Nombre del puesto	Jefe inmediato	Actividad
Mecánico	Jefe de mantenimiento	Mantenimiento Maq.

Actividades que debe tener en cuenta el mecánico para cumplir con que la maquinaria esté en óptimas condiciones:

- lubricación de ejes cada 8 días.
- reparación ó cambio de tamices cuando se necesite
- ajuste de quijadas cuando se necesite.
- cambio de fajas cuando se necesite.
- limpieza ó mantenimiento de motores.

2.4 Servicios

Calles

Es de primordial importancia que exista acceso para camiones hasta el lugar donde se encuentra la empresa, y, ésta que se encuentra en análisis, cuenta con este acceso (calles adoquinadas).

Iluminación y fuerza

Se tendrá dos tipos de iluminación: natural y artificial. Al ser jornada diurna se aprovechará la iluminación natural que es de suma importancia porque no representa costo, su uso debe aprovecharse al máximo.

Se debe aprovechar la iluminación natural, ya que la maquinaria estará situada bajo una estructura metálica.

Pero, también, se podrá usar la iluminación artificial en casos en que sean necesarios, tanto en el área de producción como en la de administración y las demás áreas. Y sí cuenta con iluminación artificial.

La iluminación artificial constituida por lámparas fluorescentes distribuidas convenientemente, para obtener un alto nivel lumínico.

En el área de producción se realiza un trabajo grueso y sencillo de inspección o sea del tipo " D " según la clasificación del trabajo de las normas IES. Entonces se usará un rango de iluminancia de 300 Lux o, sea, 30 pies- candela, se analizó la distribución de las lámparas por el método de utilización, ver plano A de iluminación y fuerza.

La fuerza debe ser de 220 voltios, considerando que se cuentan con motores de 5 y 10 Hp. El banco de transformación existente en la empresa es suficiente para el tipo y cantidad de energía que esta actividad requiere.

Drenajes

Para esta industria no son indispensables los drenajes, pero, para cubrir con la higiene e infraestructura de la localidad se deben considerar, no obstante, en esta empresa se cuenta con drenajes.

Teléfono

Esta empresa cuenta con tres líneas telefónicas, que es, exclusivamente, para administración, distribuidas así:
Gerencia y Secretaría.

Agua Potable

La empresa cuenta con servicio de agua potable municipal y además con un pozo de diámetro de 8" con una bomba sumergible que a su vez alimenta un cisterna de 50,000 lts. y para la distribución de agua dentro de la empresa, se cuenta con una bomba hidroneumática.

Correo

Por su ubicación, esta empresa cuenta con servicio de telégrafo y correos.

Transportes

De carga

La empresa cuenta con camión propio para transportar la materia prima, pero, en caso de hacer falta, hay suficientes medios de transporte para hacer los fletes.

3. PROCESO ACTUAL DE TRITURACIÓN DE MÁRMOL

3.1 Planificación del proceso

En esta empresa no se cuenta con mayor planificación debido a que se inició de una manera empírica y que está enfocada a producir y comercializar sin llenar normas y estándares de calidad.

El método de trituración existente en esta empresa se obtuvo mediante la observación ya que no hay ningún documento escrito de la planificación. Antes de dar a conocer el proceso de trituración de granito de mármol se da a conocer el producto.

3.1.1 Producto

3.1.1.1 Granito de mármol

En sí, el producto que es el granito de mármol, en sus diferentes tamaños, conocidos, comercialmente, como:

grano No. 1-2

grano No. 3-4

grano No. 5-6

El producto también varía de acuerdo con el color:

color verde

color blanco

color nicoya

color negro

color café

Colores que dependen de las vetas naturales del mármol. Los mencionados anteriormente son los más comerciales.

3.1.1.2 Polvo de mármol

Cuando se tritura el mármol, siempre se obtiene polvo de mármol que también es comercializado en dos presentaciones:

polvo de mármol tipo A

polvo de mármol tipo B

El polvo de mármol tipo A se obtiene de la trituración de piedra de color blanco.

El polvo de mármol tipo B se obtiene de la trituración de piedra de color verde, café, negro y nicoya.

La presentación comercial de este producto es en sacos de más ó menos un quintal, que se cierran con pita plástica manualmente.

3.1.2 Sistema de producción

El método de producción que se utiliza en esta empresa es de producción continua, ya que es un solo producto y un proceso repetitivo.

3.1.2.1 Proceso de producción

A continuación se da a conocer el proceso de trituración de mármol

Se debe clasificar el diámetro de las piedras a triturar de acuerdo con la abertura máxima de las quijadas de la trituradora, que es de 0.3048 metros de largo entre cada quijada.

Si, por el contrario, se tuvieran piedras de mayor tamaño al de la abertura de las quijadas, se puede reducir el tamaño de cada piedra con una almádana, hasta obtener el tamaño de piedra deseado.

Luego, se lleva la materia prima hasta el lugar de trituración previendo que no se revuelva el material a triturar como por ejemplo:

Sí se fuera a triturar piedra de mármol de color blanco pero anteriormente se hubiera triturado piedra de color verde, entonces se procede a limpiar las quijadas, los tamices y los cajones que reciben el producto para que no haya una mezcla de granito de diferentes colores a la hora de embolsar.

Se colocan en la trituradora las piedras de mármol.

Sale el polvo de mármol de los tamices así como los granos: 1-2, 3-4, grano 5-6.

Se esperan 30 minutos para que se llenen los cajones que reciben el polvo, y los diferentes granos.

Se apaga el motor de la trituradora y el motor de la zaranda y se procede a retirar los cajones que reciben el producto.

El empaque se realiza, según tamaño del grano, en el siguiente cuadro se da a conocer:

TAMAÑO DEL GRANO	No. DE OPERARIOS
Polvo	1
1 - 2	1
3 - 4	1
5 - 6	2

Después de ser embolsado, se calcula que tenga el peso aproximado de un quintal (más o menos) y, posteriormente, es amarrado con pita plástica cada uno de los sacos.

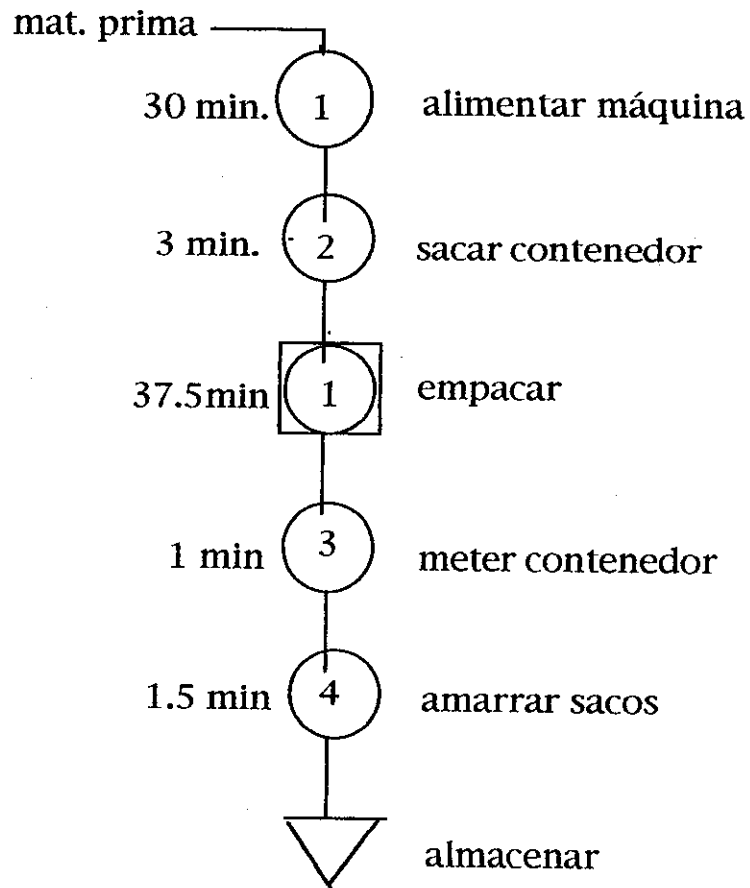
Al terminar de embolsar el producto se regresan los cajones debajo de los tamices y se arrancan de nuevo los motores de la trituradora y el motor de la zaranda.

El producto embolsado es llevado a bodega donde se clasifica de acuerdo con el número de grano y color. De la misma forma se procede con el polvo de mármol, clasificando por aparte el tipo A y por aparte el tipo B.

El almacenamiento de este producto tiene que ser bajo techo ya que la mayor parte de la producción es embolsada en sacos de papel.

Los datos que anteriormente se escribieron respecto del proceso de trituración de mármol se obtuvieron mediante la observación del mismo y con información del dueño de la empresa y trabajadores. A continuación se presenta el proceso en diagrama para la visualización y análisis.

3.1.2.2 Diagrama de proceso de operación actual



RESUMEN	No. ACTIVIDAD	TIEMPO
Operaciones	4	35.5 min.
Oper. Combi.	1	12.0 min.
		47.5 min./cont.

Fuente: elaboración de la tesista.

3.1.2.3 Diagrama de proceso para grupo ó cuadrilla

En el diagrama de proceso actual para grupo o cuadrilla, se puede determinar lo siguiente:

Tabla No. 1

	Máquina	Op.1	Op. 2	Op. 3	Op. 4
Tiempo muerto	35.7 %	34.3%	65.7%	65.7%	65.7%
Tiempo trabajo	64.3 %	65.7%	34.3%	34.3%	34.3%
Tiempo ciclo	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración de la tesista.

El tiempo del ciclo de trabajo, tanto de la máquina como de cada uno de los cuatro operadores, es igual a 46.66 minutos, tomando esto como el 100% del ciclo.

El tiempo muerto de la máquina es casi la mitad del tiempo muerto de cada uno de los operarios, pero la incidencia que éste tiene sobre los costos de producción y de la fluidez del proceso es mucho mayor y dañino para todo el proceso, por lo tanto, se debe tratar de disminuir al máximo.

Se puede hacer referencia al costo de oportunidad en el que se incurre al tener ese tiempo muerto- máquina.

En 30 minutos de trabajo máquina se producen 15 sacos de granito de diferentes tamaños, en el tiempo muerto se debería producir 8 sacos de granito, entonces, por cada ciclo de trabajo se deja de percibir lo siguiente:

$$\text{No. de Sacos} * 12.00 = 96.00 / \text{ciclo}$$

por ciclo

con una jornada diurna de 8hrs. - 45 minutos de almuerzo y refacción.

Entonces se tiene un tiempo efectivo de trabajo de 7.15 horas y se tiene que, cada ciclo de trabajo, dura 46.66 minutos entonces:

$$429 \text{ min.} / 46.66 \text{ min por ciclo} = 9.19 \text{ ciclos/jornada}$$

$$Q 96.0 * 9.19 \text{ ciclos/jornada} = Q 882.24/\text{día}$$

En total, por mes, se deja de percibir la cantidad de: Q20,767.92 , entonces, bien vale la pena buscarle solución a este costo de oportunidad.

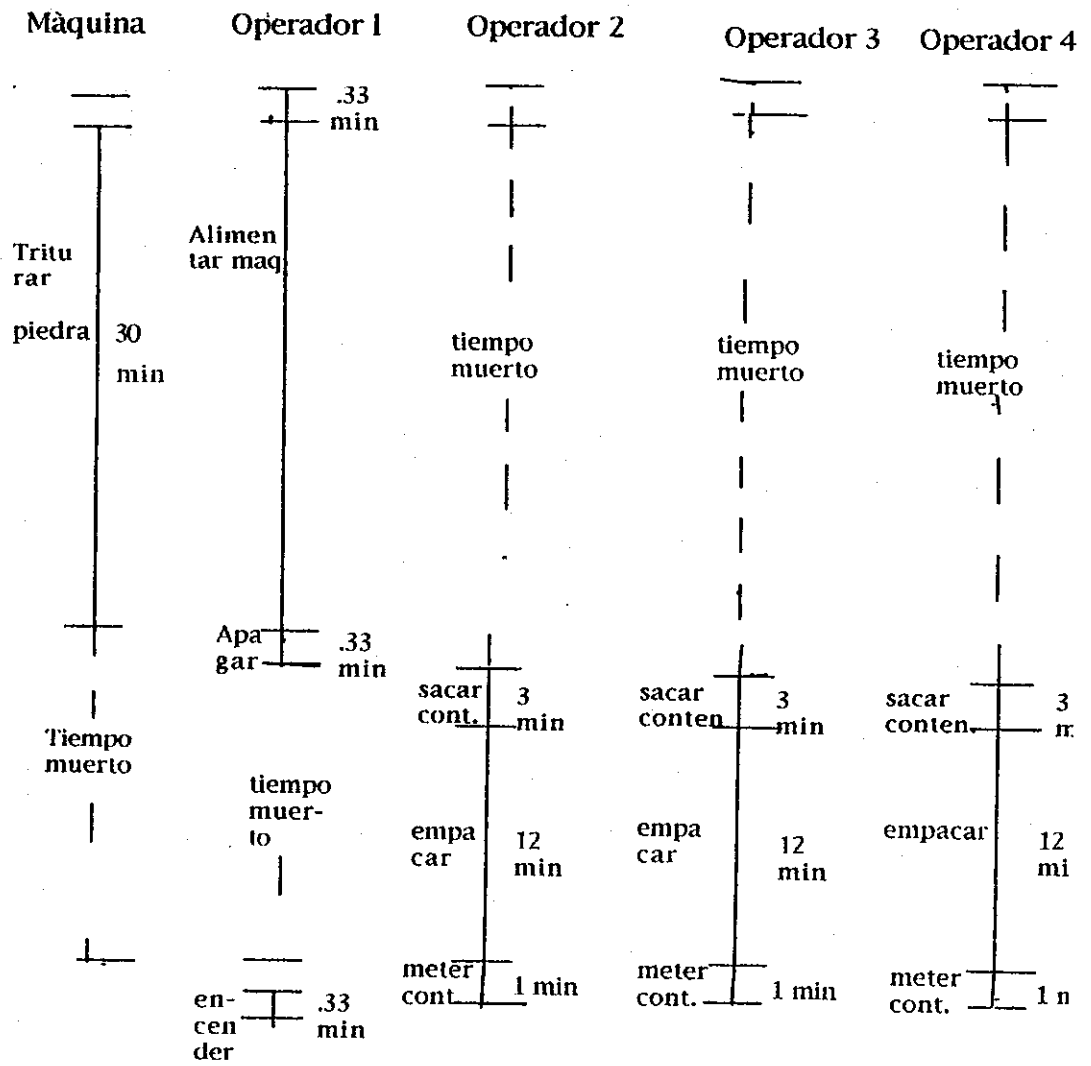
Esta cantidad se deja de percibir por tener un tiempo muerto- máquina del 35.70 % del tiempo del ciclo de trabajo, según tabla No. 1.

Es necesario hacer notar que, también, el tiempo muerto de los operarios es muy alto y con esto se incurre en costos innecesarios de mano de obra.

Al eliminar el tiempo muerto-máquina, automáticamente se estaría eliminando en gran parte el tiempo muerto de los operarios.

En el siguiente diagrama de proceso para grupo ó cuadrilla, se pueden visualizar los diferentes tiempos.

DIAGRAMA DE PROCESO PARA GRUPO O CUADRILLA



RESUMEN	T. MAQ.	OP. 1	OP. 2	OP. 3	OP. 4
Tiempo trabajo	30min	30.66	16min	16min	16min
Tiempo muerto	16.66min	16 min	30.66min	30.66min	30.66min
Tiempo ciclo	46.66min	46.66min	46.66min	46.66min	46.66min

Fuente: elaborado por la tesista.

3.1.3 Distribución de la planta

La distribución de la planta se hizo tomando en cuenta que:

- el terreno es propio,
- el terreno es amplio,
- el acceso de los camiones para descarga de materia prima y carga de los camiones de producto terminado.

En la distribución que actualmente se tiene en esta empresa no se tomaron en cuenta los objetivos siguientes:

1. integración: de todos los factores pertinentes,
2. utilización: eficiente de la maquinaria, de la gente y del espacio de la planta,
3. expansión: facilidad de expansión,
4. flexibilidad: facilidad de reacomodo,
5. versatilidad: facilidad a los cambios de producto, de diseño, de requisitos de ventas y a las mejoras de los procesos,
6. cercanía: la distancia práctica mínima para trasladar los materiales, los servicios de apoyo y a la gente,
7. orden: la secuencia para que el flujo de trabajo sea lógico y las áreas de trabajo estén limpias; que cuenten con el equipo adecuado para el desecho, la basura y los desperdicios,
8. comodidad: para todos los empleados, tanto en las operaciones diarias como en las periódicas,
9. satisfacción y seguridad.

Los requisitos básicos de toda distribución incluyen la capacidad de fabricar el producto necesario en la cantidad adecuada y con la calidad apropiada.

Los tipos de distribución, clásicos, surgen cuando existe un predominio relativo del producto, de la ruta (proceso) y de la cantidad.

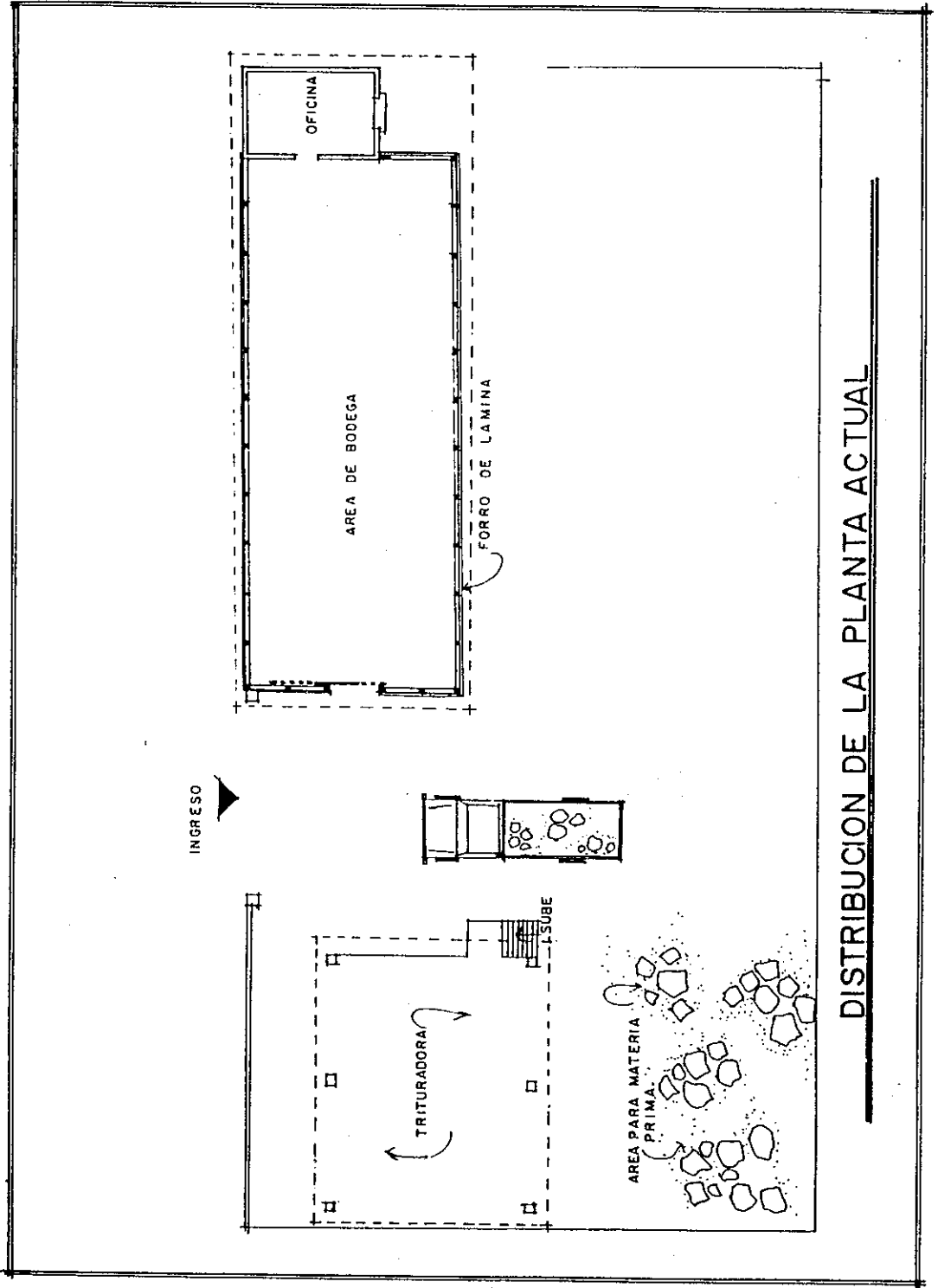
La distribución por posición fija (donde el material principal se mantiene fijo y los trabajadores y herramientas de trabajo o las máquinas se llevan hasta ellas y después se retiran) se emplea cuando el producto es lo que predomina, físicamente.

La distribución por proceso (donde el equipo similar se coloca junto) suele utilizarse cuando lo que predomina es la ruta o el proceso.

La distribución por producto (donde una operación es adyacente a las operaciones anteriores y las posteriores) suele utilizarse cuando lo predominante es la cantidad.

La distribución que se tiene actualmente es: por producto

La distribución se encuentra, actualmente, de la siguiente manera. Ver el siguiente plano.



DISTRIBUCION DE LA PLANTA ACTUAL

3.2 Control de calidad

Es muy importante tomar en cuenta si se tiene o no un control de calidad sobre el proceso productivo para tener una producción que cumpla con los estándares de calidad.

El control de calidad que se tiene en esta empresa es solamente sobre el proceso de producción y, específicamente, que el producto salga bien y que la materia prima sea aceptable en cuestión de medidas con relación a las quijadas de la máquina que triturará el material. Pero se descuida la interrelación de los distintos departamentos para hacer el control y tampoco se llevan registros de este control.

3.2.1 Puntos críticos de control

Los puntos críticos de control son aquellos donde es indispensable que se realice una inspección del producto dentro del proceso de transformación para determinar su calidad.

También se deben determinar los tipos de prueba y la frecuencia de la inspección que se requiere en cada uno de los puntos críticos.

La administración decide quién realiza la inspección, ya sea:
a) trabajadores, b) inspectores.

Los puntos críticos que se tienen en esta empresa están enfocados hacia:

a) la materia prima, porque la piedra que se pone en la trituradora no tiene que ser mayor que 0.3048 metros de diámetro, asimismo, revisar el color de la piedra a ser triturada,

b) en el producto terminado, porque se separa de acuerdo al tamaño y color del grano.

En la sección cuatro se dan a conocer los pasos para el diseño del sistema de control de calidad. También se debe tomar en cuenta que para que un sistema de control funcione, requiere una serie de juicios administrativos.

3.2.2 Seguridad industrial

Aquí se ha medido " la seguridad" así: que no ocurran accidentes dentro de la empresa; y como estos han sido muy escasos se cree que sí existe seguridad industrial.

No hay ninguna persona o departamento responsable de la seguridad de la empresa.

3.3 Almacenaje de producto terminado

Se hace manualmente, después de tener los sacos llenos y debidamente amarrados, a continuación se estiban de acuerdo con el color y el tamaño del grano, en una bodega que consiste en una galera de lámina de 19 mts. * 10 mts. = 190 mts. cuadrados y una altura de 3 mts.

No todo lo que se produce en el día se almacena ya que, también, se va estibando en los diferentes vehículos de los clientes.

3.4 Organización de la empresa

La empresa cuenta con la siguiente organización:

- Gerente: que es el dueño de la empresa
- Secretaria
- Encargado de producción y mantenimiento
- Mecánico
- Operarios

4. PROCESO PROPUESTO DE TRITURACIÓN DE MÁRMOL

4.1 Planificación del proceso

En términos generales, la planificación, consiste en decidir por anticipado qué es lo que hay que hacer. Es el proceso de seleccionar entre varias opciones, el método y secuencia en que puede realizarse un proyecto.

La planificación de un proceso se lleva a cabo formando un sistema de procedimientos y normas que reflejan los objetivos básicos y las metas. El sistema planeado y utilizado, debidamente, ayudará a lograr los resultados que se deseen en la mejor forma, con el menor gasto de tiempo y esfuerzo.

También establece el curso a seguir y el proceso con el cual un ejecutivo disminuye la necesidad de tomar decisiones rutinarias. En la Planificación es necesario evaluar las operaciones con el objeto de definir qué es lo que se requiere para que los controles sean más efectivos y se obtengan resultados más eficientes. Para planificar operaciones es importante conocer si la producción es continua o intermitente.

Aquí ya se tuvo la oportunidad de analizar el proceso existente en esta empresa y de acuerdo con lo obtenido en la sección III, se hará la planificación del proceso aplicando la ingeniería, para la obtención de una mayor productividad y eficiencia en el proceso, también dejando en forma escrita y detallada lo que en sí se debe tomar en cuenta para un proceso de trituración de mármol.

4.1.1 Sistema de producción

En la industria de la producción de bienes existen, actualmente, los siguientes métodos de producción:

- a) producción continua,
- b) producción intermitente,
- c) producción mixta.

En la industria de trituración de mármol el método o sistema de producción que se utiliza es el de producción continua, porque:

- 1. es un solo producto,
- 2. son operaciones consecutivas,
- 3. tiene máquina de uso específico,
- 4. la maquinaria está distribuida en forma secuencial y ordenada.

Para la planificación de la producción continua es necesario realizar estudios de tiempo, balance de líneas y diagramas de proceso y de flujo.

4.1.1.1 Proceso de producción

Para definir el proceso de esta actividad, primero se determinará el volumen de ventas, luego, se definirá el tamaño que puede tener la empresa para cubrir el volumen anterior.

Los pronósticos de ventas pueden verse como las entradas críticas para determinar la programación de producción. Sin embargo se debe tomar en cuenta tanto las limitaciones de la capacidad de la fábrica como la necesidad de utilizar, al máximo, dicha capacidad.

Para hacer pronósticos de ventas se debe conocer o tener un historial de ventas en este caso se usará el historial de dos años, estos datos se obtuvieron en la empresa que se está analizando.

Tabla No. 2

Período	No. de sacos vendidos/'97	No. de sacos vendidos/'98
enero	1,895	2,600
febrero	2,000	2,700
marzo	1,928	2,500
abril	1,900	2,750
mayo	1,900	2,825
junio	1,987	2,925
julio	2,000	2,950
agosto	2,028	2,900
septiembre	2,300	3,025
octubre	2,303	3,100
noviembre	2,500	3,150
diciembre	2,300	3,163

Fuente: elaborado por la tesista.

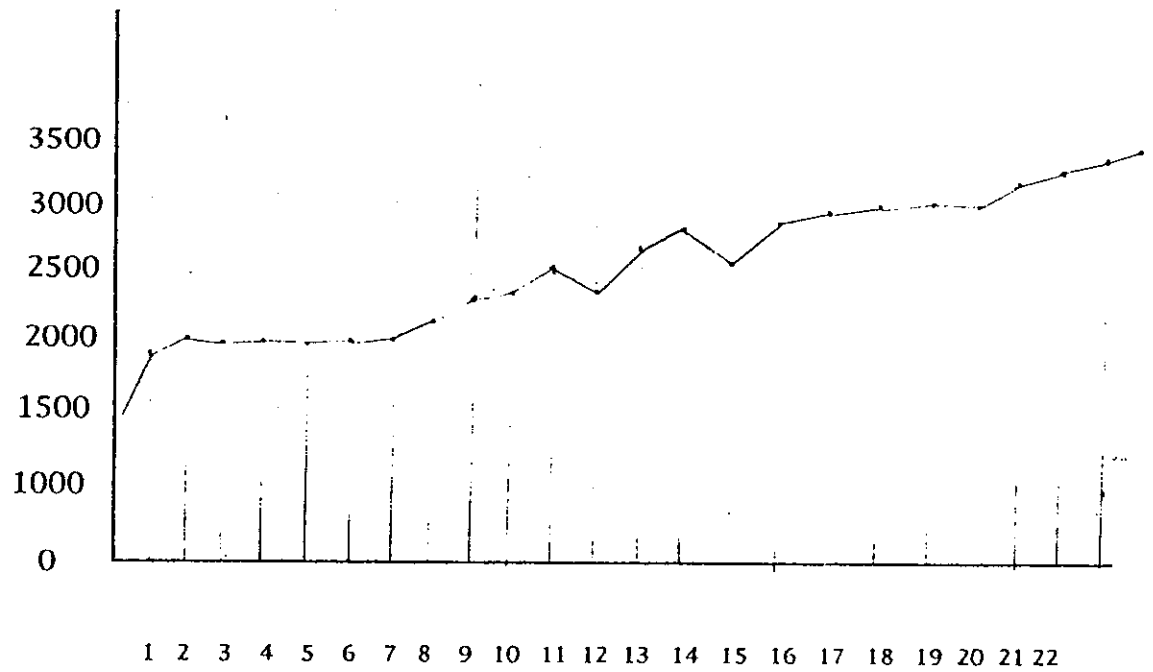
Los pasos para pronosticar son los siguientes:

- 1.- graficar(plotear las diferentes ventas).
- 2.- hacer selección primaria (es determinar el tipo de demanda).
- 3.- selección secundaria (con los diferentes métodos, determinar cuál es el de menor riesgo).
- 4.- pronosticar riesgo (que es la cantidad que se espera vender en el siguiente periodo).

A continuación se desarrolla cada uno de los pasos anteriores.

1. La gráfica de los datos de ventas se da conocer a continuación:

Gráfica de la demanda Estable con Tendencia



Fuente: elaborado por la tesista.

2. Selección primaria: aquí es donde se determina qué tipo de demanda se tiene de acuerdo con la gráfica de los datos de ventas y esta puede ser:
- a) demanda ciclica,
 - b) demanda ascendente-descendente,
 - c) demanda estable.

La demanda que aquí se tiene es de tipo estable con tendencia, de acuerdo con los datos obtenidos en la gráfica.

3. Selección secundaria: aquí se usan los diferentes métodos de evaluación para comparar y determinar el pronóstico de riesgo que más se acerque a la demanda real. Al hacer el análisis del comportamiento de la demanda se observa que es estable con tendencia.

Para determinar los pronósticos es necesario hacer la selección secundaria ó, sea, hacer la comparación de los diferentes métodos para la determinación de los pronósticos. Algunos de los métodos que se pueden usar para esta selección son los siguientes:

- a. método del último período.
- b. método del promedio aritmético.
- c. método del promedio móvil.
- d. método del promedio móvil ponderado.
- e. método ponderado exponencial.
- f. método ponderado exponencial con análisis de tendencia.

A continuación se desarrolla cada uno de los métodos, determinando el pronóstico de los períodos 21, 22, 23, 24.

a. Método del último período: este consiste en que el pronóstico del período 21, es el dato de ventas reales del período 20 y, así, sucesivamente.

Tabla No. 3

Período	ventas	Pronóstico	Error (V-P)	Error Acum.
21	3025	2900	125	125
22	3100	3025	75	200
23	3150	3100	50	250
24	3163	3150	13	263

Fuente: elaborado por la tesista.

b. Método del promedio aritmético: aquí es necesario hacer promedio aritmético de los períodos anteriores (8) al período a pronosticar. Así:

$$V_1/8 = P_{21} \text{ ó sea } V_1/n = P_n$$

donde:

V = ventas reales

P = pronósticos

n = número de período

Tabla no. 4

Período	Ventas	Pronóstico	Error V- P	Error Acum.
21	3025	2768	257	257
22	3100	2797	303	560
23	3150	2827	323	883
24	3163	2856	307	1190

Fuente: elaborado por la tesista.

c. Método del período móvil (para un ciclo de 5 períodos)

Aquí se promedia el mismo número de períodos (repetitivo) pero, para nuevos pronósticos se va desplazando el valor del período más antiguo y se agrega el más reciente.

$$V_{1/5} = P_{21} ; \quad V_{1/5} = P_n$$

Tabla No. 5

Período	Ventas	Pronóstico	Error V-P	Error Acum.
21	3025	2870	155	155
22	3100	2925	175	330
23	3150	2980	170	500
24	3163	3025	138	638

Fuente : elaborado por la tesista.

d. Método del promedio móvil ponderado (ciclo de 5 períodos)

Aquí es necesario darle una ponderación a los períodos dentro del ciclo escogido; esta ponderación debe ir en forma ascendente y se debe hacer con diferentes ponderaciones y escoger el de menor error acumulado. La ponderación que se usa y que da el menor error acumulado es la siguiente:

- a. 0.50
- b. 0.50
- c. 1.00
- d. 1.50
- e. 1.50

Se elimina el dato más antiguo y se agrega el dato más reciente y la ponderaciones siguen en el mismo orden que tenían para el primer pronóstico de evaluación; de la misma manera se opera para la obtención del valor de riesgo.

$$C * V_{1/5} = P_n$$

Tabla No. 6

Período	Ventas	Pronóstico	Error (V-P)	Error Acum.
21	3025	2897	128	128
22	3100	2942	158	286
23	3150	3004	146	432
24	3163	3065	98	530

Fuente: elaborado por la tesista.

e. Método ponderado exponencial

En éste se usa un valor de ponderación " α ", el cual esta comprendido entre 0 y 1, por ello se usa la siguiente fórmula:

$P_n = P_{n-1} + (V_{n-1} - P_{n-1})$. El pronóstico de arranque ó P_{21} está dado como el promedio de los tres períodos anteriores = 2925.

Tabla No. 6

Para " α " = 0.01

Período	Ventas	Pronosticos	Error (V-P)	Error Acum.
21	3025	2925	100	100
22	3100	2926	174	274
23	3150	2928	222	496
24	3163	2929	234	730

Fuente: elaborado por la tesista.

Tabla No. 7

Para " α " = 0.50

Período	Venta	Pronóstico	Error (V-P)	Error Acum.
21	3025	2925	100	100
22	3100	2975	125	225
23	3150	3037	113	338
24	3163	3093	70	408

Fuente: elaborado por la tesista.

Tabla No. 8

Para " α " = 0.99

Período	Venta	Pronóstico	Error (V-P)	Error Acum
21	3025	2925	100	100
22	3100	3024	76	176
23	3150	3099	51	227
24	3163	3149	14	241

Fuente: elaborado por la tesista.

f. Método ponderado exponencial con análisis de tendencia.

En este método se usa el alfa que haya proporcionado el menor error acumulado del método anterior, y, éste, se debe aplicar a las fórmulas de tendencia y pronóstico de tendencia, así:

$$T_i = (P_i - P_{i-1}) + (1 - \alpha)T_{i-1}$$

$$P_{it} = P_i + (1 - \alpha) / \alpha * T_i$$

dedonde:

T_i = tendencia en el período i

" α " = el mejor alfa encontrado en el método ponderado exponencial

P_i = el pronóstico en el período i

T_{i-1} = tendencia en el período $i-1$ (cuando es arranque puede ser=0)

P_{it} = Pronóstico con tendencia en el período i

Tabla no. 9

Período	Ventas	Pronósticos	Error (V-P)	Error acum.
21	3025	2925	100	100
22	3100	3025	75	175
23	3150	3100	50	225
24	3163	3149	14	239

Fuente: elaborado por la tesista.

Entonces , de todos los métodos usados anteriormente, el que tiene el error acumulado menor es: **Método ponderado exponencial con análisis de tendencia.** De donde, entonces, el pronóstico de riesgo se tomará con éste y con un alfa de 0.99.

El pronóstico de riesgo: este no tiene un valor real con qué compararse y se calcula con el mejor método de evaluación determinado anteriormente.

Pronóstico de riesgo para los períodos 25 = 3203; 26= 3249; que estos pronósticos son la producción que se debe programar para estos períodos.

Tamaño

La capacidad de la línea es de 164 sacos por día, jornada diurna, con un tiempo efectivo de 7.15 horas/día, trabajando de lunes a viernes y sábado 4 horas.

El tiempo de producción de un saco de granito de mármol, varía de acuerdo con el número de granito (diámetro) que sea.

De acuerdo a la demanda potencial = 50,311 sacos/año, la demanda que cubre la empresa es de 31800 sacos /año.

Proceso

Dentro de la producción se define el proceso y éste puede ser:

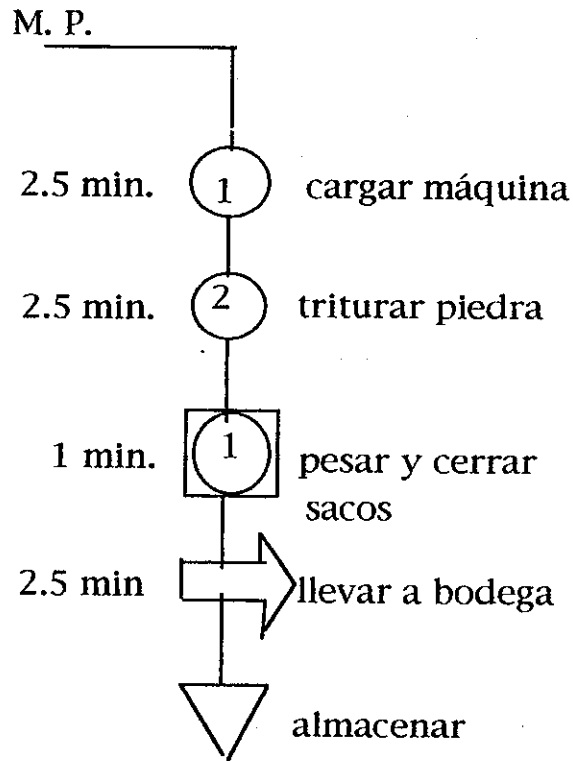
- a) en línea,
- b) en proceso,
- c) posición fija.

En esta empresa se tiene un sistema de producción continua en la cual se define un proceso en línea, ya que es un solo tipo de producto, aunque en tres variaciones de tamaño y color.

Con lo anterior y, mediante la observación y el debido análisis del método actual, se define el siguiente proceso de producción para la trituración de mármol. Esto se da a conocer con los diferentes diagramas. A continuación el diagrama de flujo.

Diagrama de: flujo

Producto granito 5-6
Con embudo en contenedor.



Resumen		tiempo
operación	2	6.0 min.
op. comb.	1	1.0 min.
transporte	1	2.5 min.

Fuente: elaborado por la tesista.

4.1.1.2 Diagrama de proceso de operación propuesto

Por diagrama del proceso se entiende la representación gráfica de los hechos e informaciones pertenecientes a los mismos ocurridos durante una serie de acciones u operaciones.

Para representar el proceso se conocen dos tipos de diagramas:

- a) del proceso de la operación.
- b) del proceso para grupo ó cuadrilla.

Pero en este caso, para dar a conocer los cambios necesarios en el Proceso actual de trituración de granito de mármol, es necesario hacer los diagramas de operación y diagrama de proceso para grupo, en los que se presentan las mejoras necesarias, porque de otra manera es bastante difícil apreciar, realmente, lo que sucede en este tipo de producción.

En el diagrama de proceso de la operación se hace necesario hacer diagrama por cada tipo de granito de mármol ó, sea, por cada tamaño de producto que en sí son tres, ya que cada tamaño tendrá su propia salida y, también, se tiene variación en el tiempo de llenado de sacos.

En el diagrama de proceso de la operación se puede observar el cambio que se logra al eliminar el llenado con pala (manual) por medio de instalar debajo de cada contenedor un embudo por el cual saldrá el producto triturado directamente al saco donde el operario solamente tendrá que colocar el saco debajo del embudo y esperar que se llene y, después, pesarlo y cerrarlo.

Con el cambio que se propone en el proceso de recolección del granito de mármol y el polvo de mármol, se elimina:

- a) sacar contenedor,
- b) meter contenedor,

- c) empacar o llenar manualmente,
- d) el tiempo muerto máquina, que es un porcentaje alto debido al tiempo que se utiliza en sacar contenedor, meter contenedor y sobre todo, por el llenado de sacos manualmente.

Que también elimina esfuerzos y tiempos innecesarios o, sea, que se estaría ahorrando 1.56 minutos/saco y, además, el no tener que estar deteniendo la máquina para hacer el llenado de los sacos, lo cual incurre en un costo de oportunidad bastante grande, analizado en la sección tres.

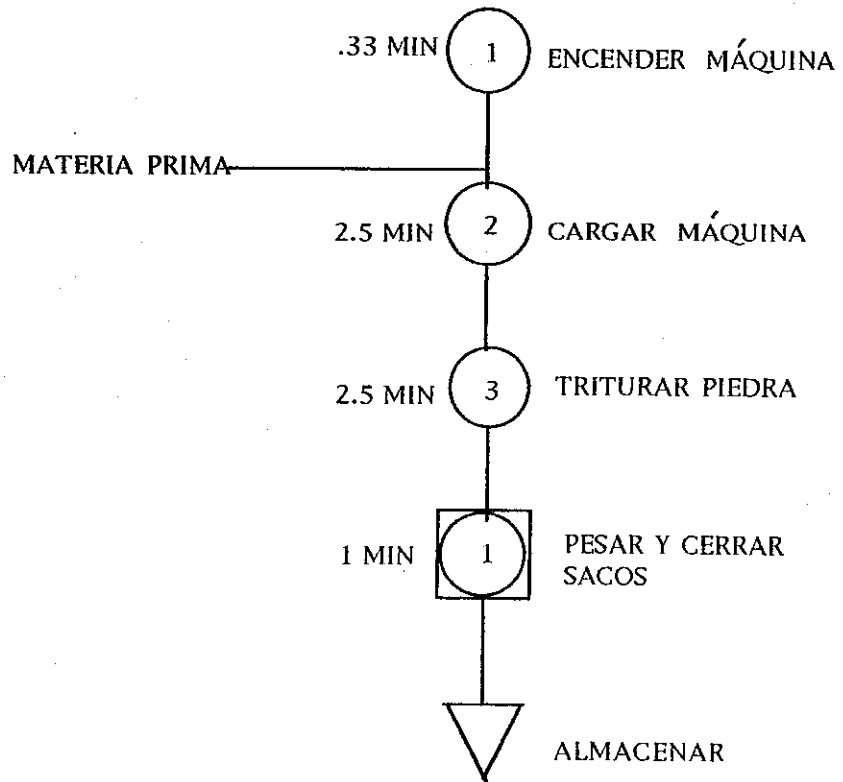
Se redistribuye el personal en el área de producción:

- 1 operario operar máquina
- 1 operario recibir molienda 1-2
- 1 operario recibir molienda 3-4
- 1 operario recibir molienda 5-6
- 1 operario recibir polvo de mármol

Esto es por cada máquina que se tenga.

En el siguiente diagrama se representa el proceso propuesto con el objetivo de mejorar el actual:

Diagrama de proceso de operación propuesto



RESUMEN

OPERACION	3	TIEMPO
		6.33 Min.
OP. COMBINADA	1	1.00 Min

Fuente: elaborado por la tesista.

4.1.1.3 Diagrama de proceso para grupo ó cuadrilla

Este diagrama se hace necesario al analizar este proceso ya que se debe determinar cuántos operarios deben operar la máquina que, en este caso, es la trituradora de granito de mármol.

Con este diagrama se pretende determinar el ciclo de trabajo, también el tiempo muerto de la máquina y el tiempo muerto de cada uno de los operarios; también el tiempo de trabajo de la máquina y el tiempo de trabajo de cada uno de los operarios y, así, determinar cómo operar más eficientemente la máquina.

Se debe reducir, al máximo, los tiempos muertos, especialmente, el de la máquina que siempre será el más costoso.

En este diagrama se tomó un ciclo aproximado (de 45.33 minutos) al ciclo de trabajo del diagrama de proceso para grupo o cuadrilla actual de la sección tres, para que se pueda visualizar el cambio y el beneficio que se puede obtener respecto del proceso actual.

Este cambio incide, directamente, sobre los costos por el tiempo muerto - máquina y tiempo muerto - operario, ya que, éstos se encuentran en porcentajes muy altos en el proceso actual; y, sobre todo, que el proceso productivo pueda ser más fluido y menos costoso.

El ciclo de trabajo igualmente se puede analizar de 45.33 minutos como de una jornada de trabajo de 7.15 horas tiempo efectivo.

Nomenclatura:

T. M. = tiempo muerto

T. T. = tiempo de trabajo

T. C. = tiempo de ciclo

RESUMEN:

	máquina	operario 1	operario 2	operario 3	operario 4
T. M.	0.33	--	0.33	0.33	0.33
T. T.	45.0	45.33	45.0	45.0	45.0
	-----	-----	-----	-----	-----
T. C.	45.33	45.33	45.33	45.33	45.33

Fuente: elaborado por la tesista.

Entonces, con los datos anteriores se tienen los siguientes porcentajes:

45.0 minutos corresponde al 99.27 %

0.33 minutos corresponde al 0.73 %

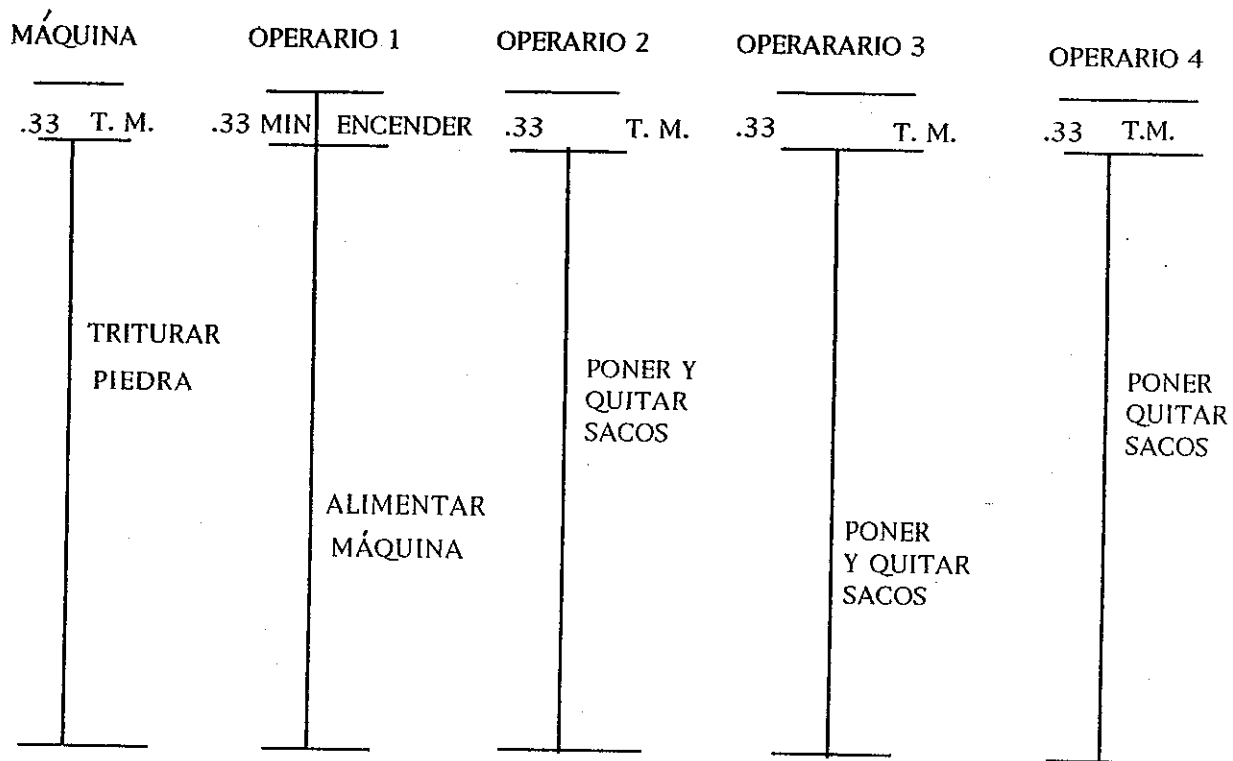
Como se puede apreciar ,en los porcentajes no es considerable el tiempo muerto de la máquina, ni el de los operarios.

Por lo tanto, se puede decir que sí es importante este cambio ya que se podrán percibir Q 22,173.88/mes, más , en vez de perderlos por tener tanto tiempo la máquina apagada en un ciclo de trabajo corto como se analizó en la sección III.

También se pudo determinar que la cantidad de operarios para operar eficientemente una máquina es de cuatro operarios.

A continuación se presenta el diagrama de proceso para grupo o cuadrilla donde se visualiza la fluidez del proceso.

DIAGRAMA DE GRUPO PROPUESTO



RESUMEN:	MAQUINA	OP. 1	OP. 2	OP.3	OP. 4
TIEMPO MUERTO	.33 MIN	0.0MIN	.33MIN	.33MIN	.33MIN
TIEMPO TRABAJO	45.00 MIN	45.33MIN	45.0MIN	45.0MIN	45.0MIN

Fuente: elaborado por la tesista.

El tiempo del ciclo de trabajo se estimó en un período de 45.33 minutos solamente para apreciar la similitud de períodos y el cambio en cuanto al tiempo muerto. Ciclo de trabajo = tiempo muerto + tiempo de trabajo.

4.1.3 Distribución de la planta propuesta

Los métodos para enfocar proyectos de distribución de la planta pueden ser:

1. instinto e intuición, (que se limitan a emergencias, o cuando el planificador tiene una gran experiencia),

2. enfoque de grupo o participación completa, la cual requiere un proceso democrático en el grupo que tendrá a su cargo la toma de decisiones,

3. flujo de materiales, trasladar el material, de una manera directa, de una operación a otra, proporciona una secuencia lógica para el control y la reducción de los costos de manejo de materiales. Estos beneficios se obtienen al analizar la secuencia de los movimientos necesarios y al acomodar la distribución en consecuencia,

4. metodología sistemática organizada es un efecto que se puede aplicar de manera universal. Incorpora las ventajas de los demás enfoques y organiza todo el proceso de planeación en un sistema racional.

En este caso, el método usado es el de flujo de materiales ya que se trata de un molino o triturador de piedra y, lo más importante dentro del sistema, es el flujo del material, pero, sin olvidar que todas las operaciones del proceso son tan importantes como la del flujo del material.

Se necesita alguna manera sistemática de relacionar las actividades de servicio entre sí y de integrar los servicios de apoyo en el flujo de materiales. El diagrama de relaciones es el mejor método para lograrlo.

Diagrama de relaciones

Es una forma de semimatriz donde se pueden registrar las relaciones que guarda cada actividad (función, área o máquina) con todas las demás actividades. La gráfica o diagrama en sí casi se explica por sí misma.

En el punto en que la actividad sobre la línea inclinada descendente 1, intersecta a la actividad representada por la inclinación ascendente de la línea 3, se registra la relación entre la actividad 1 y la actividad 3. De esta manera hay un recuadro de intersección para cada par de actividades necesarias. La idea básica es mostrar las actividades que se deben ubicar cerca, unas de otras y las que deben colocarse lejos, al mismo tiempo que se califican y se registran todas las relaciones que existan entre ellas.

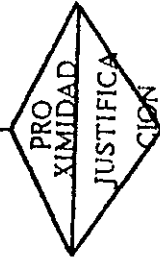
Nótese que cada recuadro está dividido en forma horizontal. La parte superior es para la calificación de cercanía (A,E,I,O,U, H,X). La mitad inferior es para registrar el motivo de que se le dé ese valor de cercanía, la razón de que se le proporcione la calificación y el motivo de cada relación.

En el siguiente diagrama se da a conocer la relación de actividades para la distribución de esta empresa, quedando así:

MATRIZ DE RELACIONES

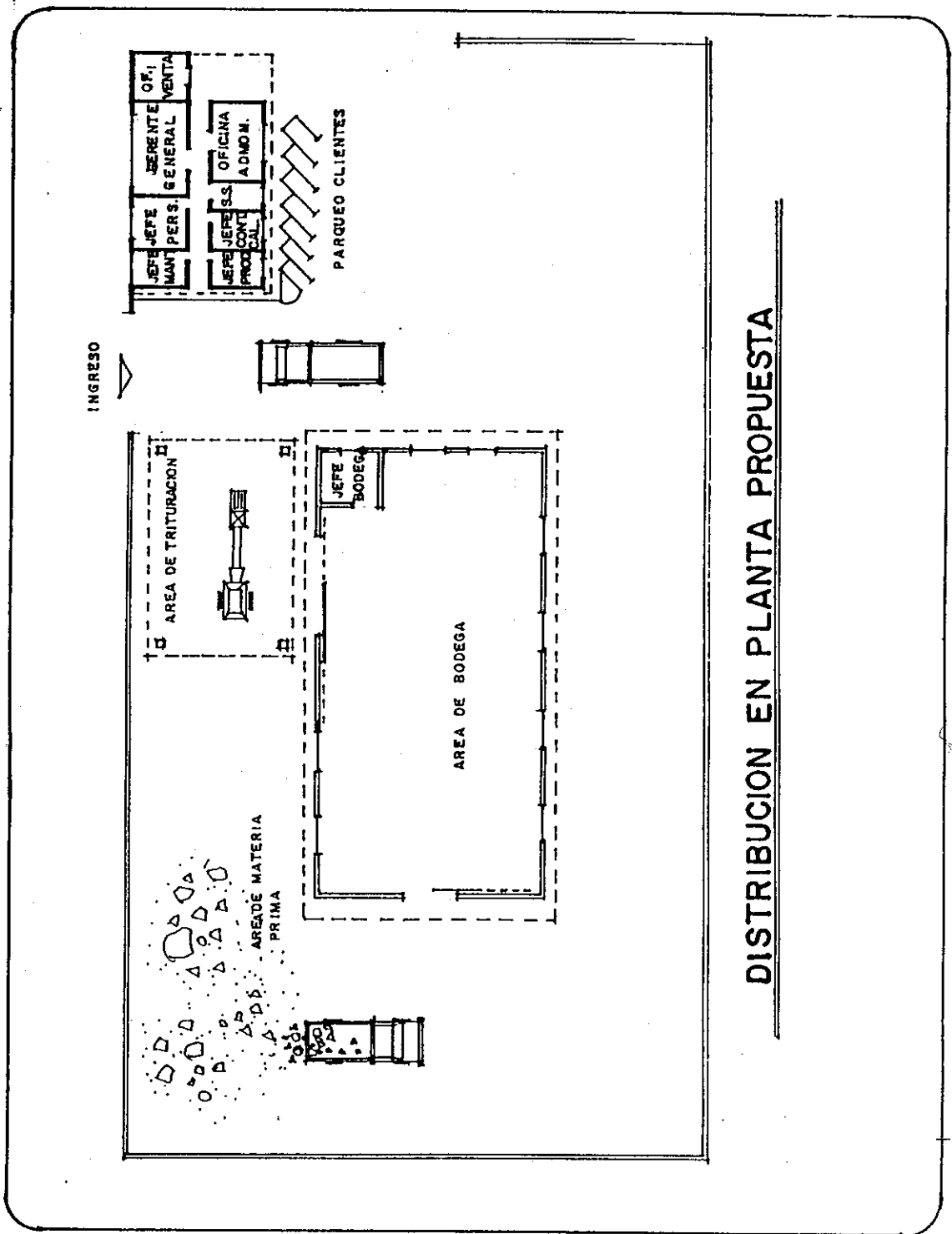
BODEGA DE MAT. PRIMA	A	E	L	O	H	X
AREA DE TRITURACION	A	E	L	O	H	X
BODEGA PRODUCTO TERM.	A	E	L	O	H	X
CONTROL DE CALIDAD	A	E	L	O	H	X
ADMON/DEPTOS	A	E	L	O	H	X
VEHICULOS CARGA/DESC	A	E	L	O	H	X
SEG. E HIGIENE	A	E	L	O	H	X
OFOCONA DEVENTAS	A	E	L	O	H	X

CCD	PROXIMIDAD
A	ABS. NECESARIO
E	ESP. NECESARIO
L	IMPORTANTE
O	NORMAL
H	SIN IMPORT.
X	INDEABLE



No	JUSTIFICACION
1	ELIJO DE MATER.
2	SUPERVISION
3	ALMACENAJE
4	DISTRIB. PROD. TERM.
5	SEGURIDAD

Fuente: elaborado por la tesista.



DISTRIBUCION EN PLANTA PROPUESTA

Fuente: elaborado por la tesista.

4.2 Control total de calidad

La filosofía del control total de calidad es un sistema de administración donde los esfuerzos de todos los grupos participantes de la empresa se integran para el desarrollo e integración de la calidad.

La calidad debe integrarse desde los planes de desarrollo hasta la distribución del producto terminado, tomando en cuenta, especialmente, el proceso, apegándose a las especificaciones con las cuales fue diseñado el producto.

Que la calidad es prevención no corrección y que el control debe ser el aseguramiento de resultados, no la vigilancia.

La calidad debe ser total en toda la compañía no sólo en el producto.

La calidad consiste en aquellas características del producto que satisfacen las necesidades de los clientes y proporcionan la satisfacción con el producto.

La calidad consiste en productos y procesos libres de deficiencias.

Se dice que los clientes están satisfechos con el producto cuando las características de éstos responden ante las necesidades de los clientes. El grado de satisfacción puede afectar la participación en el mercado y las posibilidades de venta del producto por parte de los proveedores de los mismos.

Los defectos de los productos pueden ser varios, tales como: entrega retrasada, fallas de los bienes en su campo, errores en la facturación, desperdicios de la fábrica, repetición de los procesos y cambios innecesarios en el diseño. Cada uno de los defectos que se puedan presentar, pueden ocasionar un cliente insatisfecho.

El control de calidad se dirige, principalmente, a cumplir los objetivos y a evitar cambios adversos, ejemplo: entregas de producto de acuerdo con lo programado, gastos de acuerdo con el presupuesto y calidad de conformidad con las especificaciones.

La medición de la calidad puede ser un aliciente en todos los niveles de la organización. Tales medidas deben reflejar las prioridades de la organización así como el punto de vista del cliente. Otro aspecto valioso de las medidas de calidad, radica en que pueden comunicar progreso hacia el logro de un ambiente de la administración de la calidad total.

Las medidas de calidad deben reflejar el punto de vista del cliente. Deben incrementarse las medidas de satisfacción del cliente, tanto interno como externo, para lograr la calidad deseada.

La medición se relacionará con las dos principales dimensiones de la calidad:

- las características del producto,
- la ausencia de defectos.

Control de materia prima

Puntos de inspección

Lo que debe verificar el supervisor al recibir la materia prima de parte de los proveedores es que:

- a) el volumen del pedido sea verificado, es decir, se debe cubicar el transporte donde viene el mármol y que se lleve de una manera escrita el control de la cantidad y calidad de materia prima,
- b) sea sólo mármol el que se reciba, para esto es suficiente con un control visual con base en la experiencia del operario,

c) sea el mármol del color requerido (blanco, negro, nicoya, verde y que no estén revueltos los colores. Este control es de manera visual,

d) la materia prima sea, únicamente, mármol y no traiga materiales ajenos a este material,

Este control debe llevarse por medio de un reporte semanal en el que incluirá un reporte cada vez que ingrese materia prima a la empresa, en el cual se especifique si se cumplió con los requerimientos de la materia prima tanto de calidad como de cantidad. La materia prima, al saber de qué lugar se extrajo el mármol se sabe de qué calidad es, siendo el mejor de Zacapa.

Control de calidad del proceso

Se debe tomar en cuenta el tipo y la planificación que se tenga del proceso y quién lo supervisará y qué tipo de control se llevará a cabo. Se deben aplicar métodos de muestreo y gráficos de control.

Los puntos de control

El operario debe controlar al inicio del proceso: introduciendo la piedra adecuada en las quijadas de la máquina, especificaciones no mayor de 1 pie.

Que tenga el color específico de acuerdo con lo planeado (según pedido).

Que las quijadas tengan la rugosidad indicada para que la trituración sea de buena calidad y no se estén reciclando grandes cantidades de piedra a triturar.

Que los tamices tengan el diámetro indicado. Para grano 1-2, el diámetro del tamiz es de 0.5 cm., para el grano 3-4, el diámetro del tamiz es de 1 cm.; para grano 5-6, el diámetro del tamiz es de 2 cm.

Que los embudos de salida del material ya triturado tengan libre espacio para que se pongan los sacos a ser llenados sin que el operario tenga que sostener el peso de los sacos para evitar el cansancio o fatiga innecesaria, las especificaciones son que tenga 60 centímetros de altura entre embudo y piso de llenado.

El personal adecuado para la producción, si bien es cierto, es no calificada sí se necesita que adquieran experiencia en el proceso, para que ellos ayuden al control del proceso pero que, desde luego, tienen que ser supervisados por alguien calificado que será el supervisor.

Que el supervisor lleve un control escrito de la producción y su calidad, para esto, es necesario usar los gráficos de control que se describen a continuación.

Los gráficos de control estarán a cargo del jefe de control de calidad y el supervisor, también, deberá reportar el debido control de producción al jefe de producción.

Definición de gráficas de control

Este método permite registrar datos en un gráfico, de manera cronológica, para observar sus variaciones, comparándolas con ciertos límites de control que se han fijado como límites de calidad.

Sin gráficas de control el conocimiento de la calidad real de un artículo puede estar distante de ser el verdadero; sin gráficas de control se desconocerá si el producto o proceso está dentro del nivel pretendido de la calidad y no se tendrá certeza de la uniformidad de esa calidad en el producto ó en el proceso productivo; sin gráficas de control será muy difícil descubrir las razones de la variación de la calidad, cuando éstas existan y, algo muy importante: sin gráficas de control el descubrimiento de oportunidades de ahorro en el proceso o en el producto mismo, puede que no sean notadas.

Recolección de datos

Los datos estadísticos que se deben obtener para cualquier control de calidad de manufactura, pueden clasificarse en dos tipos: variables y atributos.

Las variables o datos continuos son datos sobre una característica que es medible y puede tomar cualquier valor a lo largo de cierto intervalo, tal como el diámetro de la piedra a ser triturada, expresada en pies.

Los atributos o datos discretos son datos sobre una característica que sólo puede tomar ciertos valores precisos que generalmente, se obtienen de calibradores que definen sí pasa ó no.

De acuerdo con los dos tipos de datos estadísticos se tienen dos tipos de gráficos de control: para mediciones por variables y por atributos.

La gráficas de control por variables ó por atributos requieren la selección de muchas muestras de un tamaño relativamente muy pequeño, en lugar de tener que seleccionar muy pocas muestras formadas por un número relativamente grande de unidades.

En lugar de anotarse en la gráfica, los valores individuales de cada una de las lecturas de estas pequeñas muestras, se calculan las medidas de tendencia central y de dispersión de cada una de ellas. Los valores que se obtengan se van inscribiendo en gráficas separadas; una parte de la gráfica para la medida de tendencia central y, la otra, para las medidas de dispersión.

La recopilación de los datos es una etapa importante, porque, cualquier error o desviación puede ser causa de conclusiones equivocadas. por lo que se debe entrenar, convenientemente, al encargado de recopilar los datos en la empresa.

Procurando que sea siempre la misma persona. Si la forma de evaluar una característica de calidad se varía, los gráficos de control y, especialmente, los límites de control varían necesariamente.

A continuación se da a conocer que datos son útiles graficar:

Tabla No.10

Tipos de datos para los gráficos de control

Método o ensayo	Cualidad	Dato obtenido	Tipo de dato
control piedra	color de piedra	color	variable
control proceso	tiempo trituración	minutos	variable
control prod. ter	diámetro de grano	pulgadas	variable
control de peso	peso	quintal	variable

Fuente: elaborado por la tesista.

Tabla No. 11

Tamaño de la muestra en los métodos

Método o ensayo	Cualidad	Tamaño de la muestra
control de piedra	color	20 sacos/ lote
control de proceso	tiempo trituración	20 sacos/ lote
control prod. termin.	diámetro del grano	20 sacos/ lote
control peso	peso	20 sacos/lote

Fuente elaborado por la tesista

El tamaño de muestra del cuadro anterior se determinó, según muestreo para aceptación por variable, con un nivel de inspección IV, tamaño del lote entre 181-300 de donde, entonces, se obtiene el tamaño de muestra de 20 sacos por lote de producción.

Los límites de control

Los datos que se grafican deben estar dentro de los llamados "límites de control". Cuando un dato se sale de los límites de control, ya sea por encima del límite superior o por debajo del límite inferior, es necesario tomar una acción correctiva. Cuando en un proceso dichos datos se conservan persistentemente dentro de los límites de control, se dice que " el proceso está bajo control".

Los límites de control experimental suelen fijarse a tres desviaciones estándar por encima y por debajo de la línea central o valor esperado ($\bar{X} + 3$).

Existen varios tipos de gráficos de control, los gráficos promedio " \bar{X} " y rangos o amplitudes " R " o, bien, de promedios " \bar{X} " y desviación standard " σ " son usados para controlar una característica de calidad por variables.

El gráfico para la fracción defectuosa " p " y el gráfico para el número de defectos por unidad " c " se suelen usar para características de calidad por atributos.

Fórmulas para el cálculo de los límites en las gráficas de control por variable.

a) Cuando se usa la amplitud como medida de dispersión:

$$\begin{array}{l} \text{Medias} \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{Límite inferior de control} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \\ \text{Límite central} = \bar{\bar{X}} \\ \text{Límite superior de control} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \end{array} \right. \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Amplitudes} \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{Límite inferior de control} = D_3 \bar{R} \\ \text{Límite central} = \bar{R} \\ \text{Límite superior de control} = D_4 \bar{R} \end{array} \right. \end{array}$$

b) Cuando se usa la desviación estándar como medida de dispersión:

$$\begin{array}{l} \text{Medias} \\ \text{Desviación} \\ \text{estandar} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{Límite inferior de control} = \bar{\bar{X}} - A1\bar{\sigma} \\ \text{Línea central} = \bar{\bar{X}} \\ \text{Línea superior de Control} = \bar{\bar{X}} + A1\bar{\sigma} \\ \text{Límite inferior de control} = B3\bar{\sigma} \\ \text{Línea central} = \bar{\sigma} \\ \text{Límite superior de control} = B4\bar{\sigma} \end{array} \right.$$

Los valores numéricos de las constantes A1, A2, B3, B4, D3 y D4, se encuentran en el anexo no. 2, con base en el tamaño n=4 de cada subgrupo.

Siendo:

$\bar{\bar{X}}$ = la media aritmética de las medias de los subgrupos.

\bar{R} = la amplitud o rango medio.

$\bar{\sigma}$ = la desviación estándar media.

Gráfico de control para fracción defectuosa p

Esta gráfica se usa cuando un producto debe llenar características de calidad no mensurables. En este tema de estudio, los sacos de granito, se tiene el caso del peso de los sacos que está bien o mal en cuyo caso el saco de granito pasa o no pasa.

Frecuentemente los datos de la inspección por atributos se representa por el valor de su fracción defectuosa o por el porcentaje expresado por un decimal que es el valor que se obtiene al dividir el número de unidades que presentan defectos entre el número de las unidades inspeccionadas. El porcentaje defectuoso es la representación en porcentaje del anterior valor decimal (100p) El concepto de variabilidad, de carácter universal entre las piezas manufacturadas, se encuentra en fracción defectuosa, se pueden caracterizar por sus valores de tendencia central y de dispersión, al igual que los datos por variables.

Para un tamaño constante de muestra, el valor p (media del porcentaje defectuoso) se puede calcular dividiendo el porcentaje de sacos de granito, defectuosos, por muestra, entre el tamaño de la muestra. Si el tamaño de la muestra es variable, de una a otra, el valor de p se encuentra: dividiendo el número total de defectuosos encontrados en la serie de muestra, entre el número total de unidades, entre el número total de unidades en la serie de muestras, así:

$$p = \frac{\sum c}{\sum n} * 100$$

En donde c = igual número de defectuosos.

La desviación estándar de p , para un tamaño constante de muestra, se calcula así:

$$\sigma_{\bar{p}} = \sqrt{\frac{P(100 - P)}{n}}$$

En la cual n = tamaño de la muestra y P = valor medio del porcentaje defectuoso.

Los límites de control representan el valor de $3 + 3\sigma_{\bar{p}}$ sobre el valor medio de p .

La interpretación de estos límites de control es semejante a la que se da a los límites de control por variable. Cuando los valores del porcentaje defectuoso de las muestras tomadas de la producción resulten fuera de los límites de control del porcentaje defectuoso, indicarán que se ha efectuado un cambio en el proceso y que se reclama una acción correctiva.

Ejemplo de los gráficos de control

Como se puede apreciar, los tipos de datos para los gráficos de control para este proceso de trituración de mármol son de tipo variable, por eso se desarrollará un ejemplo de gráfico de control por variables.

Para realizar el gráfico por variables se siguen varias etapas:

- a) selección de la característica que se desea controlar: peso por saco de granito de mármol,
- b) toma de datos con una frecuencia razonable: en este caso se tomarán 20 sacos en cada molienda que se haga. Como en un día se trabajan 9 ciclos, entonces, se harán nueve inspecciones al día, al final del día se harán los cálculos para 9 subgrupos,
- c) cálculo de la media y la amplitud de cada subgrupo: estos valores se anotarán en la misma tabla, bajo los datos de cada subgrupo,
- d) determinación de la gran media y rango medio: la suma de las medias de los subgrupos es igual a 896.37, por lo que, la gran media es:

$$\bar{\bar{X}} = 896.37 / 9 = 99.59$$

La suma de las amplitudes $R = 27$, por lo que el rango medio es:

$$\bar{R} = 27 / 9 = 3$$

- e) Cálculo de los límites de control: Las fórmulas para el cálculo de los límites:

para medias: $\bar{X} \pm A_2 \bar{R}$

para rangos: $LI = D_3 \bar{R}$

$$LC = \bar{R}$$

$$LS = D_4 \bar{R}$$

De acuerdo con la tabla del anexo 2, para $n=4$

$$A = 0.729 \quad D = 0 \quad D = 2.282$$

Con los datos obtenidos se calculan los límites:

$$\text{para medias: } LI = 99.50 - (0.729 * 3) = 97.31 \\ \text{-- } 99.25$$

$$LC = 99.50$$

$$LS = 99.5 + (0.729) * 3 = 101.68 \\ \text{-- } 101.75$$

$$\text{para rangos: } LI = (0) (3.00) = 0$$

$$LC = 3.00$$

$$LS = (2.282) * (3.00) = 6.846$$

Como las medias de los subgrupos son múltiplos de .25, los límites se han aproximado al límite más cercano.

Estos límites de control se trazan en el gráfico que les corresponde. También se traza la línea central, que puede o no coincidir con el valor nominal de la especificación.

En este ejemplo no coincide (100 libras no es igual a 99.5)

Aquí concluyó el cálculo de los límites y trazado de la gráfica, con lo cual se puede proceder a su análisis. Ver gráfico a continuación:

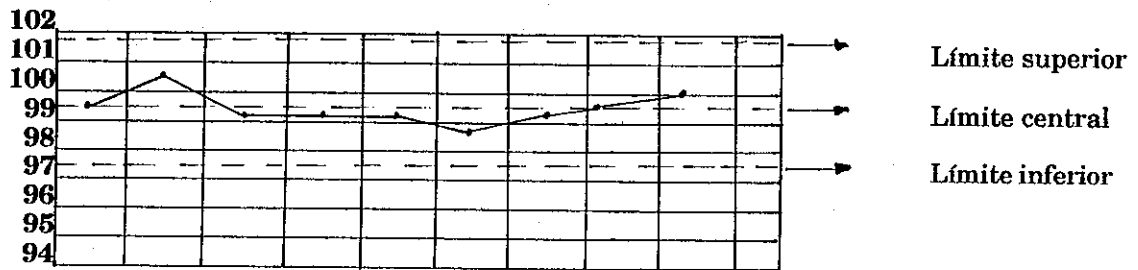
Fábrica: Granito de mármol. Departamento de: Control de calidad

Producto: Granito 5-6 color verde. Fecha:

Prueba: Control dimensional. Calidad: Peso.

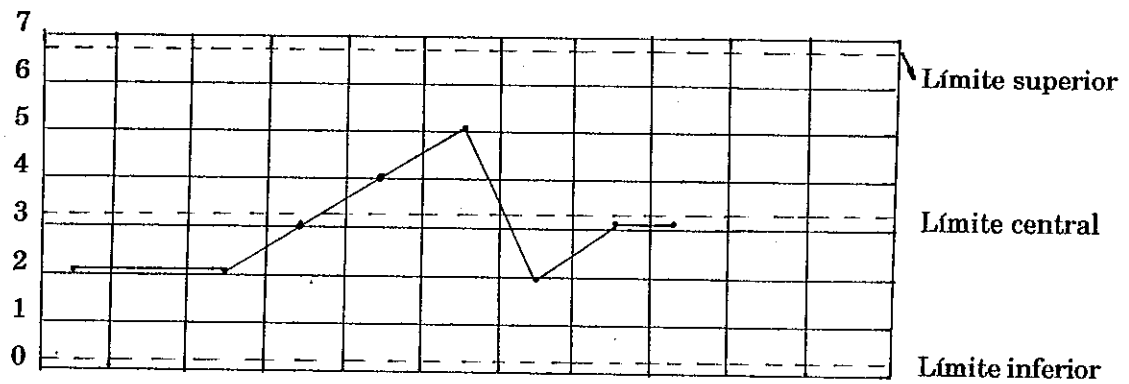
Especificaciones: 100 Libras- 9

Medias (\bar{X})



Fuente: elaborado por la tesista.

Amplitudes (\bar{R})



Fuente: Elaborado por la tesista.

Datos que se utilizaron para el gráfico anterior (de medias y amplitudes).

Tabla No.12

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	100	101	100	101	99	99.5	100	99	100
2	100	101	99	99	100	98	99	100	100
3	100	100	99	99	101	99	100	100	100
4	100	100	100	100	98	98	98	100	100
5									
T_{TOTAL}	399	402	398	398	398	394.	397	399	400
\bar{X}	99.7	100	99.5	99.5	99.5	98.6	99.3	99.7	100
\bar{R}	2	3	2	3	4	5	2	3	3
F_{ECHA}	4	5	6	7	8	9	12	13	14

Fuente: elaborado por la tesista.

Análisis del gráfico de control.

Aquí se puede observar que en el gráfico de las medias, los nueve datos están dentro de los límites de control; de donde, entonces, se puede decir que sí está bajo control la calidad del peso.

Pero se debe tener mucho cuidado al tomar los datos con que se elaboren los gráficos de control, para evitar que los resultados se vean afectados por un mal manejo de los mismos.

Control de calidad en producto terminado

Sistema de muestreo

El volumen de la producción de cada tipo de grano o de granito (tamaños 1-2; 3-4; 5-6) varía ,según el tamaño del grano, por lo tanto, cuando se tiene ya un producto terminado, es necesario hacer un control de calidad, considerando que todos los tipos de granito salen de una misma producción o, sea, de un mismo lote, pero, al ser ya producto terminado, se deben clasificar por tamaño del granito, esto es lo que hace la diferencia entre ellos, además que, en general, el lote se clasifica por tamaño y color.

En conclusión, se debe hacer inspección de control en cada tipo para asegurar la aceptación del tamaño, color y peso de cada tipo.

El número de sacos que se inspeccionarán por día, está determinada por las tablas de Dodge y Romig con un porcentaje de defectivos en el lote= 5.0%.
Riesgo del consumidor =0.10.

A continuación se dan a conocer, en forma esquemática, los planes de muestreo de las siguientes pruebas: de dimensión del grano, de peso por saco, de color.

Teniendo como nomenclatura la siguiente:

M = tamaño del lote de producción

c = número de aceptación o máximo de defectos permitidos

n = tamaño de la muestra

El subíndice que aparece en los planes, se refiere a la primera, segunda o tercera muestra.

a) Prueba de dimensión del grano

$n_1 = 49$

$c_1 = 0$

Sí $c_1 > 1$, se procede a tomar otra muestra, así:

$n_2 = 26$

$c_2 = 1$

Sí $c_2 > 1$, se procede a probar todo el lote para separar los buenos de los malos. Entendiéndose, por lote, la producción por día.

b) Prueba de peso

$$n_1 = 49$$

$$c_1 = 0$$

Sí $c_1 > 1$ se procede a tomar otra muestra así:

$$n_2 = 26$$

$$c_2 = 1$$

Sí $c_2 \geq 2$, se procede a probar todo el lote para separar los buenos de los malos. o, se rechaza todo el lote.

c) Prueba de color

$$n = 40$$

$$c = 0$$

Sí $c_1 > 1$ se procede a revisar todo el lote.

Ejemplo del plan de muestreo para una semana

Para elaborar este plan es necesario conocer la producción de una semana respecto del número de máquinas que se tenga, en este caso se tienen dos máquinas.

Datos de producción (semana: del 3 al 8 de mayo)

Tabla No. 13

Fecha	máquina No. 1
lunes	164 sacos
martes	172 sacos
miércoles	176 sacos
jueves	180 sacos
viernes	162 sacos
sábado	50 sacos

Total **904 sacos**

Fuente: elaborado por la tesista

Ahora se procede a determinar el plan de muestreo de esta semana para cada una de las pruebas de calidad.

a) Prueba de dimensión del grano

A continuación se especifica el tamaño de la muestra y el número de sacos defectuosos que se encontraron; si este último es superior al número permitido " c " se procede a la toma de la segunda muestra. Sea, " c " el número de sacos de granito de mármol defectuosos encontrados en la muestra y, " n " el tamaño de la muestra. El plan se calcula con base en los parámetros y tablas de Dodge y Roming. Ver anexo de tablas de muestreo, simples y dobles.

Resultado de muestreo en la prueba de dimensión del granito(5-6)

Tabla No. 14

Fecha	Máquina No. 1			
	n1	c1	n2	c2
lunes	49	1	26	0
martes	49	0	26	0
miércoles	49	0	26	0
jueves	49	1	26	1
viernes	49	2	26	0
sábado	30	0	-	-

Fuente: elaboración de la tesista.

Como se puede observar, los días jueves y viernes hubo necesidad de tomar una segunda muestra y de esta se obtuvo cero defectuoso por lo que se aceptó el lote o molienda realizada.

4.2.1 Centros de inspección

Los centros de inspección que se tienen en el proceso actual de trituración de mármol están en:

- materia prima,
- producto terminado.

Porque se controla la entrada de materia prima (que sea sólo mármol, el color y que el tamaño de la piedra no sea mayor que el permitido); también en el producto terminado se controla tamaño de grano y el color.

Pero, se debe tener también durante el proceso en la siguiente forma:

a) que la maquinaria esté en buen estado, como las quijadas de la trituradora para que la molienda salga de acuerdo con los granos esperados. Aquí se necesita inspección,

b) que los tiempos de producción de cada tipo sea el indicado y esto se logra cuando el diámetro de los tamices es el adecuado.

En producto terminado

a) Pesar los sacos llenos por medio de una báscula; para cumplir con la especificación del peso de 1 quintal por saco, ya que, actualmente, éste se hace sólo por medio del criterio del que está empackando el producto.

b) Tener la debida señalización del área para la clasificación de los diferentes granos y polvo, para que, así, el cliente obtenga el producto que él quiere y se eviten las confusiones y pérdidas de tiempo, innecesarias, al estar buscándolo, tanto para el cliente como para la empresa.

c) También debe ser considerado con prioridad el mantenimiento preventivo de la maquinaria y, especialmente, de las quijadas de la trituradora que sufren desgaste y necesitan ser reparadas para estar en óptimas condiciones; que estará contribuyendo para que la trituración salga de acuerdo a como se espera sin tener que repetir el proceso innecesariamente.

4.2.2 Seguridad industrial

La seguridad industrial debe ser considerada como un punto muy importante en cualquier industria, no sólo para prevenir, proteger y evitar los accidentes dentro de los centros de trabajo sino, también, para velar por la seguridad e higiene del ambiente en general.

La seguridad industrial debería tener, dentro de cualquier empresa, su propio departamento y, en su defecto, dentro del departamento de mantenimiento, siendo una de sus funciones, preservar los recursos humanos, recursos materiales y recursos ambientales.

Si bien es cierto que nunca podrá lograrse la seguridad absoluta, se tiene la certeza que siempre será posible efectuar alguna acción para mejorar la seguridad en cualquier ámbito de trabajo.

La mayoría de accidentes ocurridos en la industria, que se hubieran podido evitar, siempre denotan deficiencia, subestimación, menosprecio y/o desatención en lo que se refiere a mantenimiento.

Las estadísticas han demostrado que: 80% de los accidentes ocurren por el factor humano o por su conducta o comportamiento, el 20% de los accidentes ocurren por el factor físico o, sea, por los riesgos y peligros que hay en el medio/ambiente, incluyendo los fenómenos naturales.

Causas de accidentes que corresponden al factor humano:

1. la irresponsabilidad,
2. desconocimiento del trabajo que se realiza,
3. falta de atención,
4. la mala selección del personal,
5. el cansancio físico y mental,
6. la mala ubicación del personal,
7. el exceso de confianza,
8. la alteración emocional,
9. la embriaguez,
10. la drogadicción.

Causas de accidentes correspondientes al factor físico:

1. electricidad, ya sea por instalaciones deficientes o sobrecargas en máquinas y equipos,
2. fugas de líquidos y gases como el propano y otros peligrosos,
3. utilización de maquinaria en mal estado y/o sin protección,
4. utilización inadecuada de equipo de trabajo y/o de protección,
5. no observar políticas y recomendaciones sobre seguridad,
6. la mala iluminación,
7. la mala ventilación,
8. colores inadecuados,
9. congestionamiento de materiales, maquinaria y/o de personal.

Condición insegura.

Son los peligros que pueden existir en el ambiente de trabajo, por ejemplo: herramientas en mal estado o mal colocadas, maquinaria en mal estado o sin guardas protectoras, productos y/o materiales mal acondicionados.

Tipos de accidentes:

- a) de trabajo: el que ocurre cuando se realiza un trabajo para una empresa y dentro del horario de la misma,
- b) común: el que no está vinculado con el trabajo,
- c) con lesión,
- d) sin lesión.

Costos de los accidentes

- a) Costos directos: son los gastos del tratamiento, hospitalización, rehabilitación, prestaciones en dinero, etc., que causan los accidentes y que son cubiertos por el Instituto de Seguridad Social,
- b) Costos indirectos: es la pérdida que ocasiona un accidente a la empresa y al trabajador accidentado que, generalmente, son mayores que los directos.

Las consecuencias más graves de un accidente las sufre el trabajador accidentado y su familia.

En esta empresa no se cuenta con un programa de seguridad industrial, entonces, se hace necesario implementar el siguiente programa para evitar los accidentes y las causas de éstos.

1. Usar equipo de protección personal.
2. Usar protección colectiva.
3. Mantener el orden y limpieza en el trabajo.
4. Prevenir los incendios.
5. Tener adecuada manipulación y transporte de materiales.
6. Evitar el ruido y sus efectos en el trabajo.
7. Evitar los riesgos eléctricos.
8. Llevar registros y control sobre la seguridad e higiene.
9. Llevar registro de los accidentes.

1. Equipo de protección

En esta empresa no se cuenta con el equipo necesario para la protección del personal en el área de producción y, en gran parte, se debe a que no hay conciencia de los trabajadores para usar el equipo, pues, ya se les ha dado pero ellos prefieren no usarlo.

En esta empresa, para el proceso productivo del granito de mármol, se debe contar con el siguiente equipo de protección:

a) protección de cabeza:

respiratoria,
auditiva.

b) protección de cuerpo:

manos,
pies.

c) protección respiratoria

Esta debe ser protección para partículas molestas pero no tóxicas, ya que se respira en este proceso el carbonato de calcio a la hora de estar triturando el mármol. Esta protección se logra con mascarillas 8500 para partículas molestas, no tóxicas.

d) protección auditiva

Cuando la intensidad del ruido rebasa el nivel permisible, que es de 80 decibeles, se hace necesario adoptar medidas correctivas para evitar o disminuir sus efectos en el trabajador.

La protección es necesaria en esta empresa, en el área de producción ya que se tiene una trituradora Allis Chalmers con zaranda circular que produce una intensidad entre 85 - 90.

Los tapones para oídos, deben ser de hule o de esponja con los cuales se logra una reducción del ruido entre 8-10 decibeles, reduciendo la intensidad del ruido de la trituradora hasta unos 80 decibeles. Estos tapones son cómodos, fáciles de colocar y reutilizables.

e) protección corporal

En ésta se puede mencionar la protección de las manos, de los pies y del resto del cuerpo, pero, en este proceso sólo se necesitan guantes de cuero para las personas que manipulan la materia prima que es piedra; botas de cuero con punta de acero para las personas del área de producción; para los operarios del área de producción se puede sugerir también el uso de cascos de construcción para evitar el impacto de cualquier piedra que pudiera caerles, por el proceso de triturado.

En el siguiente cuadro se puede determinar qué se necesita en esta empresa para la protección del personal y, así, evitar el riesgo en el trabajo.

Equipo de protección necesario en este proceso

Tabla No. 15

Cabeza	Cuerpo
Casco de construcción	Guantes de cuero
Mascarilla 8500	Botas de cuero con punta de acero
Tapones 27	Batas de lona

Fuente: elaboración de la tesista .

A continuación se dan a conocer los formularios para determinar las condiciones de seguridad e higiene industrial y, así, de esta forma, llevar control estricto de las mismas. También se detalla cómo hacer un informe de accidente, en caso se dieran en la empresa, para determinar su causa y, así, eliminarla buscándole la solución más viable y mejorando la condición .

INVENTARIO DE CONDICIONES

SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

FECHA DE INSPECCION: _____ DEPTO: _____

PONDIFICACION	SEGURIDAD INDUSTRIAL																				
	PROYECTOS Y LICENCIAS	REGLAS DE SEGURIDAD	SEÑALES DE SEGURIDAD	SEÑALES DE PELIGRO	SEÑALES DE PROHIBICION	SEÑALES DE PRECAUCION	SEÑALES DE OBLIGACION	SEÑALES DE INFORMACION	SEÑALES DE ADVERTENCIA	SEÑALES DE IDENTIFICACION	SEÑALES DE DIFERENCIAL	SEÑALES DE PROHIBICION DE ACCESO	SEÑALES DE PROHIBICION DE TOQUE	SEÑALES DE PROHIBICION DE PASAR	SEÑALES DE PROHIBICION DE SUBIR	SEÑALES DE PROHIBICION DE BAJAR	SEÑALES DE PROHIBICION DE ENTRAQUE	SEÑALES DE PROHIBICION DE SALIR	SEÑALES DE PROHIBICION DE ENTRAQUE	SEÑALES DE PROHIBICION DE SALIR	
AREA																					

OBSERVACIONES: _____

(F) _____ SUPERVISOR (F) _____ JEFE DEPTO.

INVENTARIO DE CONDICIONES

SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

FECHA DE INSPECCION: _____ DEPTO: _____

PONDIFICACION	HIGIENE INDUSTRIAL																					
	ALIMENTACION	VESTIMENTAS	PAÑOS, OJOS, GAFAS, OREJAS	SEÑALES DE SEGURIDAD	SEÑALES DE PELIGRO	SEÑALES DE PROHIBICION	SEÑALES DE PRECAUCION	SEÑALES DE OBLIGACION	SEÑALES DE INFORMACION	SEÑALES DE ADVERTENCIA	SEÑALES DE IDENTIFICACION	SEÑALES DE DIFERENCIAL	SEÑALES DE PROHIBICION DE ACCESO	SEÑALES DE PROHIBICION DE TOQUE	SEÑALES DE PROHIBICION DE PASAR	SEÑALES DE PROHIBICION DE SUBIR	SEÑALES DE PROHIBICION DE BAJAR	SEÑALES DE PROHIBICION DE ENTRAQUE	SEÑALES DE PROHIBICION DE SALIR	SEÑALES DE PROHIBICION DE ENTRAQUE	SEÑALES DE PROHIBICION DE SALIR	
AREA																						

OBSERVACIONES: _____

(F) _____ SUPERVISOR (F) _____ JEFE DEPTO.

4.3 Almacenaje de producto terminado

El producto terminado se presenta en sacos que contienen, más o menos, un quintal los cuales son amarrados a mano con una cinta plástica. Las bolsas o sacos en que se empaqueta el producto pueden ser de poliuretano y/ o de papel.

El transporte del producto terminado se hace, manualmente, desde el lugar que es empacado (área de producción) hasta la bodega de donde hay una distancia de 25 metros. Se va estibando de acuerdo con el color del grano y de acuerdo con el tamaño del grano.

Pero, la clasificación del producto no se mantiene, ya que, cuando sale el producto a la venta, es muy usual que éste se revuelva tanto de color como de tamaño, porque no existe una plena identificación por área, según color y tamaño del grano; todo lo anterior tiene como consecuencia, demoras para el cliente porque tiene que esperar que sea buscado el producto solicitado, también se corre el riesgo que el producto se entregue al cliente de tamaño y color cambiado.

También, en bodega se tiene el rompimiento de sacos, especialmente, de papel y con esto el esparcimiento de producto.

Entonces se sugiere:

a) la plena identificación del área de cada color y tamaño de grano, también del tipo de polvo de mármol. Así se evitarán: cambios, demoras y devoluciones innecesarias,

b) acercar la bodega al área de producción para que sea más fácil la transportación y exista menos tiempo para esta misma.

También se debe comprar un montacarga para la transportación del producto dentro de la empresa y, también, para abastecer a los clientes.

Este se sugiere con una capacidad de 4,000 - 6,000 lbs; diesel/neumático, con torre Hi -Vis,

c) se hace indispensable que, si bien es cierto, la bodega puede ser una estructura metálica, ésta tiene que tener la protección contra el agua para evitar así que se rompan las bolsas o sacos que son de papel y que se derrame el producto.

4.4 Organización de la empresa

Es mediante una representación gráfica de la organización de una empresa (organigrama) como se puede visualizar, fácilmente, la posición jerárquica de cada puesto, las dependencias del mismo y los subalternos que de él dependen, con lo cual se tiene una panorámica general y sencilla de cómo se encuentra organizada la empresa.

En la estructura organizacional de la pequeña y mediana industria de la trituración del mármol en Guatemala, se puede apreciar que, ésta puede ser eficiente con estructuras mínimas, de personal, pero, sin prescindir del personal y departamentos necesarios.

Entonces , aunque ahora puede funcionar con los departamentos que tiene, se debe considerar ir implementando poco a poco cada departamento con sus respectivos puestos que al ampliar la empresa se harán necesarios para que ésta funcione mejor.

Gerente general: sus funciones consisten en representación de la empresa, lealtad y ejecución de las políticas de la empresa. Sus actividades son aprobación de programas y presupuestos, estudio de contratos, relación y aclaración con sindicatos, relaciones públicas con los clientes y proveedores y con otras empresas.

Jefe de producción

Su función es velar porque el proceso sea eficiente.

Actividades: Controlar que el programa de producción se cumpla, controlar el consumo de material de trabajo, hacer la requisición del material de trabajo del personal de producción.

Jefe de control de calidad

Funciones: velar porque el producto cumpla con los requisitos de calidad.

Actividades: controlar el trabajo del personal de control de calidad, atender los reclamos de calidad, hacer las especificaciones de cada pedido, controlar las entregas del producto terminado, llevar récord del índice de calidad.

Jefe de mantenimiento

Funciones: mantener en buen estado, maquinaria, equipo y la planta en general.

Actividades: crear programas de mantenimiento, controlar el trabajo del personal de mantenimiento, supervisar el manejo y utilización del equipo y herramienta y los repuestos, controlar el tiempo perdido, reportar el trabajo realizado.

Jefe de bodega

Funciones: mantener el control de las bodegas de materia prima e insumos y las bodegas de producto terminado.

Actividades: crear controles de inventario de todos los productos, crear un sistema para el movimiento del material de trabajo, recibir y entregar producto terminado.

Jefe de personal

Funciones: formulación, coordinación y revisión de las políticas de personal.

Actividades: formular los objetivos y políticas de personal, puede someterla a discusión con el ejecutivo. Vigilar con la ayuda de los jefes de línea que las políticas y normas de la empresa, en materia de personal, se lleven a cabo; interpretar las normas y políticas de personal, auxiliar a la gerencia, interpretando y explicando las actitudes y los puntos de vista del personal, asesorar y auxiliar a los demás jefes de área.

Mecánico

Funciones: mantener en buen estado la maquinaria y el equipo.

Actividades: realizar el mantenimiento de la maquinaria y equipo a su debido tiempo, reportar las fallas y ajustes realizados.

Operarios

Funciones: atender la máquina.

Actividades: cargar la máquina, poner la materia prima en la máquina, recibir el producto que va saliendo de los embudos, velar por la calidad del producto, avisar de cualquier problema al supervisor, mantener comunicación con los estibadores y con el departamento de control de calidad.

Supervisores

Funciones: velar para que la producción salga bien.

Actividades: realizar el programa de producción, supervisar el trabajo de operarios y estibadores, controlar que el material de trabajo sea suficiente, del color específico y de calidad, atender las llamadas de atención de calidad, llevar reporte de lo sucedido.

Estibadores

Función: estibar el producto.

Actividades: estibar el producto de la mejor manera, estibarlos por tamaño y por color.

Encargado de seguridad e higiene

Función: velar por el bienestar de los trabajadores dentro de la empresa, en beneficio de la misma.

Actividades: crear programas de seguridad en el trabajo, proporcionar el equipo necesario para el trabajo, mantener el equipo necesario en caso de emergencia, llevar récord de accidentes, extender permisos por enfermedad.

Encargado del reclutamiento del personal

Función: proporcionar el personal adecuado a la empresa.

Actividades: seleccionar y reclutar personal, capacitar y adiestrar al personal, evaluar puestos de trabajo, llevar récord del trabajo del personal.

Contador

Función: llevar la contabilidad de la empresa.

Actividades: llevar control de inventarios de la empresa, llevar control de facturas, pago de impuestos. También lleva un control de sueldos y salarios.

Secretaria

Función: representar al jefe ante clientes, proveedores y personal de la empresa.

Actividades: realizar la correspondencia, contactar con los clientes, proveedores y personas que se relacionan con la empresa, archivar toda la papelería a su cargo, atender a las visitas que lleguen a la empresa, atender todas las llamadas telefónicas.

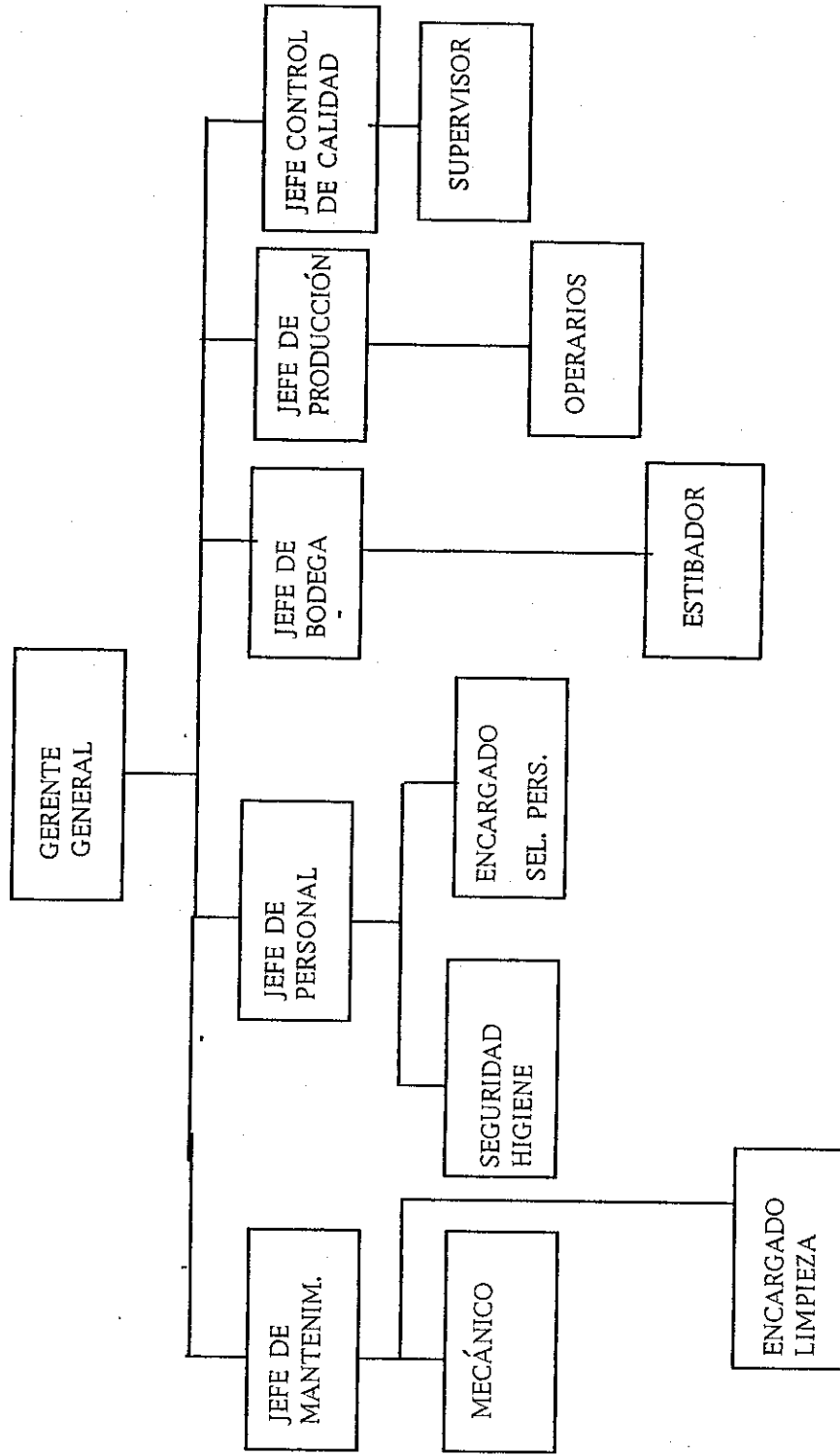
Encargado de limpieza

Función: mantener limpia la empresa.

Actividades: limpiar todos los servicios de la planta y oficinas, hacer limpieza de todas las oficinas, mantener limpia todas las áreas de la planta.

Con la descripción de puestos, se puede construir el organigrama de la empresa el cual se presenta a continuación.

4.1.4 Organigrama



CONCLUSIONES

1. La empresa, actualmente, no trabaja con técnicas de Ingeniería, por esa razón, existe mucho desperdicio de recursos, tanto humanos como de maquinaria, lo que debe eliminarse para hacer más productivo el proceso.
2. En las secciones II y IV se presenta la información sobre materia prima, mano de obra y del proceso específico de trituración del mármol, respectivamente.
3. En la sección IV se hace un análisis del proceso, encontrando que el control de calidad se encuentra al final del proceso de producción, lo que da producto terminado defectuoso, devoluciones de los clientes o reclamos y, sobre todo, que se debe de invertir tiempo y mano de obra en hacer las correcciones necesarias.
4. No existe coordinación ni comunicación entre departamentos para alcanzar metas comunes entre persona-producción-dirección.
5. Antes de pensar en agrandar la empresa, o sea, montar maquinaria suficiente, es necesario reestructurar el sistema actual, lo cual se propone como un sistema mejorado para que el crecimiento se convierta en una necesidad.
6. El proceso propuesto de mejoramiento, dará como resultado mejor calidad y mayor productividad.

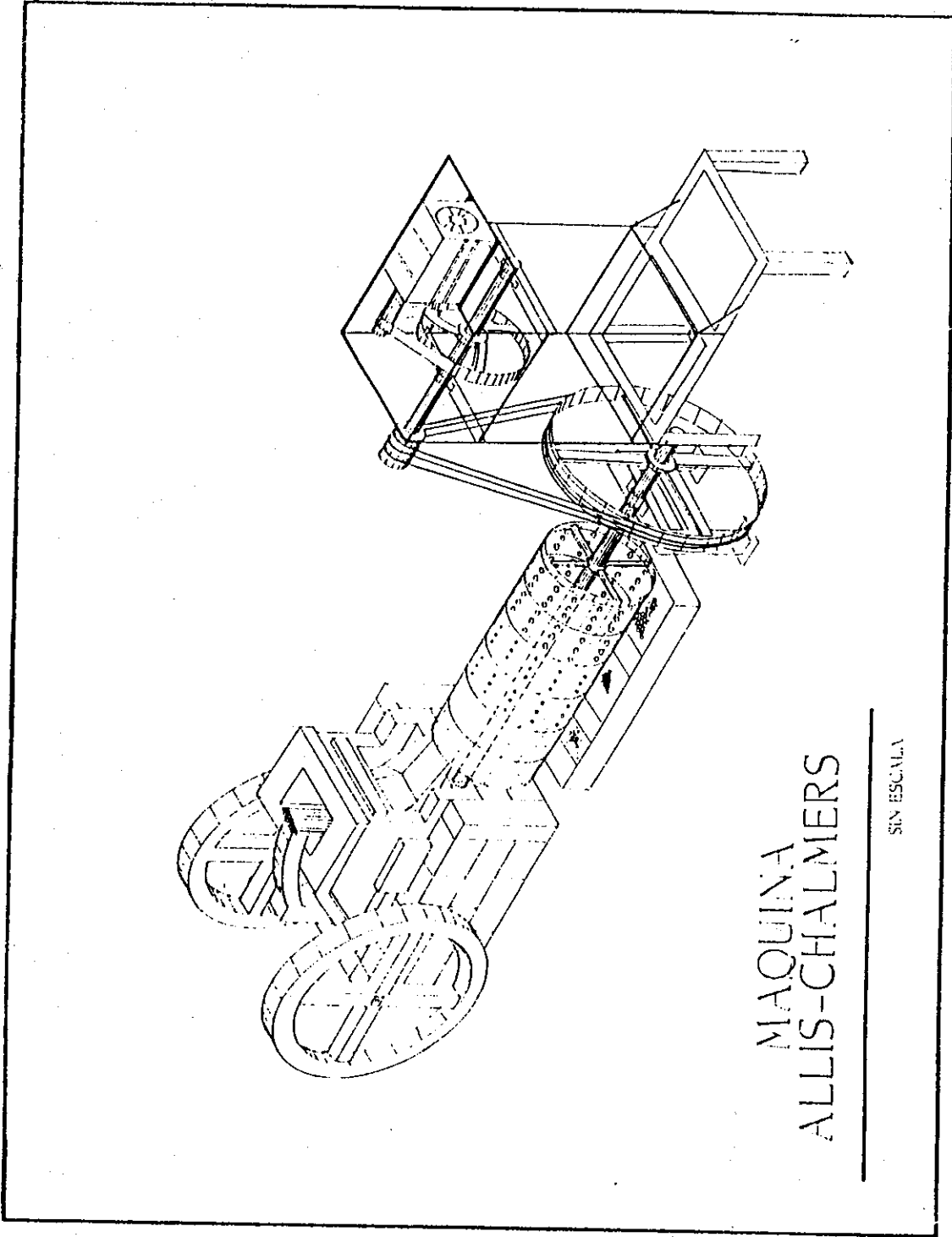
RECOMENDACIONES

1. Hacer uso de todos los recursos disponibles para obtener mayor eficiencia a costos aceptables.
2. Que se ponga en práctica el proceso propuesto en la sección IV, para obtener los beneficios esperados y, así, hacer más rentable esta actividad económica.
3. Tener en cuenta la posibilidad de crecimiento, ya que se cuenta con casi todos los recursos para ello.
4. Que se motive al personal para el uso del equipo de protección, introduciendo con esto la seguridad e higiene a la empresa.
5. Que se tome más en cuenta el control de calidad, para poder ofrecer un mejor producto y competir en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

1. CONSTRUCCION PAN- AMERICANA. Guía mundial del comprador 1,997. 150pp.
 2. GRANT, LEAVENWORTH. Control estadístico de la calidad. 2a. edición en español: CECSA. 1,998
 3. HERRERA CIFUENTES, Luis Alfonso. Una política respecto al mármol. Tesis de graduación 1,997. Universidad de San Carlos de Guatemala.
 4. KOONTZ HAROLD, Weihrich Heinz. Administración una perspectiva gloval. Lic. Julio Coro. 10a. edición: Mc. Graw Hill. 1,997.
-
1. NIEBEL W., Benjamin. Ingeniería industrial, estudio de tiempos y movimientos. Oscar Rodriguez B. Ma. Dolores García D. Novena edición. México: Representaciones y servicios de ingeniería, S.A. 1996 680pp.

ANEXOS



Fuente: elaborado por la tesista.

Anexo

Tomado de: A.V. FEIGENBAUM
 Control Total de la Calidad
 Fig. 11.9 Pag. 303

FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LÍMITES DE CONTROL

Número de observaciones en la muestra	Gráficas para medias		Gráficas para Dev. estándar		Gráficas para amplitudes		Número de observaciones en la muestra
	Factores para límites control		Factores para límites control		Factores para límites control		
n	A ₁	A ₂	B ₃	B ₄	D ₃	D ₄	n
2	3.759	1.880	0	3.658	0	3.268	2
3	2.394	1.023	0	2.692	0	2.574	3
4	1.880	.729	0	2.330	0	2.282	4
5	1.596	.577	0	2.128	0	2.114	5
6	1.410	.483	.003	1.997	0	2.004	6
7	1.277	.419	.097	1.903	.076	1.924	7
8	1.175	.373	.169	1.831	.136	1.864	8
9	1.094	.337	.227	1.774	.184	1.816	9
10	1.028	.308	.273	1.727	.223	1.777	10
11	.973	.285	.312	1.688	.256	1.744	11
12	.925	.266	.346	1.654	.284	1.717	12
13	.884	.249	.375	1.625	.308	1.692	13
14	.848	.235	.400	1.599	.329	1.671	14
15	.817	.223	.423	1.577	.348	1.652	15

Tabla 13-3 Ejemplo de Dodge y Romig de las tablas para la tolerancia de defectivos en un lote sujeto a muestreo doble. Porcentaje de tolerancia de defectivos en el lote = 5.0%. Riesgo del consumidor = 0.10

Tamaño del lote	Promedio del proceso, %																								
	0-0.05				0.06-0.50				0.51-1.00				1.01-1.50				1.51-2.00				2.01-2.50				
	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 1		Muestra 2		
n_1	n_2	$n_1 + n_2$	C_1	C_2	n_1	n_2	$n_1 + n_2$	C_1	C_2	n_1	n_2	$n_1 + n_2$	C_1	C_2	n_1	n_2	$n_1 + n_2$	C_1	C_2	n_1	n_2	$n_1 + n_2$	C_1	C_2	
1-10	30	0	0	0	30	0	0	0	0	30	0	0	0	0	30	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0
31-50	38	0	0	0	38	0	0	0	0	38	0	0	0	0	38	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0
51-75	44	0	21	65	44	0	21	65	1	44	0	21	65	1	44	0	21	65	1	44	0	21	65	1	44
76-100	49	0	26	75	49	0	26	75	1	49	0	26	75	1	49	0	26	75	1	49	0	26	75	1	49
101-200	50	0	30	80	50	0	30	80	1	50	0	30	80	1	50	0	30	80	1	50	0	30	80	1	50
201-300	55	0	30	85	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55
301-400	55	0	30	85	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55
401-500	55	0	30	85	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55
501-600	55	0	30	85	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55	0	30	85	1	55
601-800	55	0	35	90	55	0	35	90	1	55	0	35	90	1	55	0	35	90	1	55	0	35	90	1	55
801-1000	55	0	35	90	55	0	35	90	1	55	0	35	90	1	55	0	35	90	1	55	0	35	90	1	55
1001-2000	55	0	35	90	55	0	35	90	1	55	0	35	90	1	55	0	35	90	1	55	0	35	90	1	55
2001-3000	55	0	65	120	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55
3001-4000	55	0	65	120	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55
4001-5000	55	0	65	120	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55
5001-7000	55	0	65	120	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55
7001-10 000	55	0	65	120	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55
10 001-20 000	55	0	65	120	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55
20 001-50 000	55	0	65	120	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55
50 001-100 000	55	0	65	120	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55	0	65	120	2	55

* Reproducida con permiso de H. F. Dodge y H. G. Romig, "Sampling Inspection Tables: Single and Double Sampling", 2a. ed., John Wiley & Sons, Inc., Nueva York.

Tabla 13-2 Ejemplo de Dodge-Romig de las tablas para las tolerancias de defectivos en un lote sujeto a muestreo sencillo*
 Porcentaje de tolerancia de defectivos en el lote = 5.0%. Riesgo del consumidor = 0.10

Tamaño del lote	Promedio del proceso, %																	
	0-0.05			0.06-0.50			0.51-1.00			1.01-1.50			1.51-2.00			2.01-2.50		
	n	c	AOQL, %	n	c	AOQL, %	n	c	AOQL, %	n	c	AOQL, %	n	c	AOQL, %	n	c	AOQL, %
1-30	Todos	0	0	Todos	0	0	Todos	0	0	Todos	0	0	Todos	0	0	Todos	0	0
31-50	30	0	0.49	30	0	0.49	30	0	0.49	30	0	0.49	30	0	0.49	30	0	0.49
51-100	37	0	0.63	37	0	0.63	37	0	0.63	37	0	0.63	37	0	0.63	37	0	0.63
101-200	40	0	0.74	40	0	0.74	40	0	0.74	40	0	0.74	40	0	0.74	40	0	0.74
201-300	43	0	0.74	43	0	0.74	70	1	0.92	70	1	0.92	95	2	0.99	95	2	0.99
301-400	44	0	0.74	44	0	0.74	70	1	0.99	100	2	1.0	120	3	1.1	145	4	1.1
401-500	45	0	0.75	75	1	0.95	100	2	1.1	100	2	1.1	125	3	1.2	150	4	1.2
501-600	45	0	0.76	75	1	0.98	100	2	1.1	125	3	1.2	150	4	1.3	175	5	1.3
601-800	45	0	0.77	75	1	1.0	100	2	1.2	130	3	1.2	175	5	1.4	200	6	1.4
801-1000	45	0	0.78	75	1	1.0	105	2	1.2	155	4	1.4	180	5	1.4	225	7	1.5
1001-2000	45	0	0.80	75	1	1.0	130	3	1.4	180	5	1.6	230	7	1.7	280	9	1.8
2001-3000	75	1	1.1	105	2	1.3	135	3	1.4	210	6	1.7	280	9	1.9	370	13	2.1
3001-4000	75	1	1.1	105	2	1.3	160	4	1.5	210	6	1.7	305	10	2.0	420	15	2.2
4001-5000	75	1	1.1	105	2	1.3	160	4	1.5	235	7	1.8	330	11	2.0	440	16	2.2
5001-7000	75	1	1.1	105	2	1.3	185	5	1.7	260	8	1.9	350	12	2.2	490	18	2.4
7001-10 000	75	1	1.1	105	2	1.3	185	5	1.7	260	8	1.9	380	13	2.2	535	20	2.5
10 001-20 000	75	1	1.1	135	3	1.4	210	6	1.8	285	9	2.0	425	15	2.3	610	23	2.6
20 001-50 000	75	1	1.1	135	3	1.4	235	7	1.9	305	10	2.1	470	17	2.4	700	27	2.7
50 001-100 000	75	1	1.1	160	4	1.6	235	7	1.9	355	12	2.2	515	19	2.5	770	30	2.8

*Reproducida con permiso de H. F. Dodge y H. G. Romig, "Sampling Inspection Tables: Single and Double Sampling", 2a. ed., John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 1959.

Inspección normal, $P_d = 10\%$.

Tabla 14-1 Tablas de la calidad límite, según norma ABC-STD-105 para las cuales $P_d = 10\%$.

Clave	Tamaño de muestra	Grado aceptable de calidad (AQL)																
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	
A	2																	
B	3																	
C	5																	
D	8																	
E	13																	
F	20																	
G	32																	
H	50																	
I	80																	
J	-																	
K	125																	
L	200																	
M	315																	
N	500																	
P	800																	
Q	1,250																	
R	2,000																	

Reproducida de "Military Standard 105D. Sampling Procedures and Tables of Inspection by Attributes", pp. 24-25, Superintendent of Documents, Government Printing Office, Washington, D. C., 1963.