



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN
FERRETERÍA Y FÁBRICA DE ARTÍCULOS DE CONCRETO, SOCIEDAD
ANÓNIMA**

Dévora Soledad Leiva Cifuentes

Asesorada por la Inga. Sigrid Alitza Calderón De León

Guatemala, octubre 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN
FERRETERÍA Y FÁBRICA DE ARTÍCULOS DE CONCRETO, SOCIEDAD
ANÓNIMA**

TRABAJO DE GRADUACION

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DÉVORA SOLEDAD LEIVA CIFUENTES

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glénda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO DE EPS

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN FERRETERÍA Y FÁBRICA DE ARTÍCULOS DE CONCRETO, SOCIEDAD ANÓNIMA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, en marzo de 2006

Dévora Soledad Leiva Cifuentes

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 09 de julio de 2010.
Ref.EPS.DOC.712.07.10.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Dévora Soledad Leiva Cifuentes**, Carné No. **199713705** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN FERRETERIA Y FÁBRICA DE ARTÍCULOS DE CONCRETO SOCIEDAD ANÓNIMA"**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SACdL/ra





Guatemala, 09 de julio de 2010.
Ref.EPS.D.482.07.10

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN FERRETERIA Y FÁBRICA DE ARTÍCULOS DE CONCRETO SOCIEDAD ANÓNIMA"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Dévorá Soledad Leiva Cifuentes** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora - Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN FERRETERIA Y FÁBRICA DE ARTÍCULOS DE CONCRETO SOCIEDAD ANÓNIMA**, presentado por la estudiante universitaria **Dévara Soledad Leiva Cifuentes**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser "César Ernesto Urquizú Rodas", escrita sobre una línea horizontal.

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

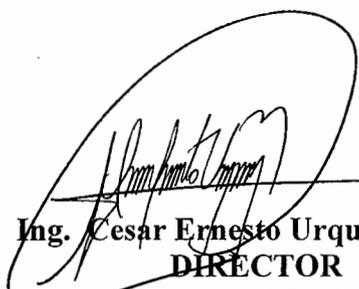
Guatemala, julio de 2010.

/mgp



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, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN FERRETERÍA Y FÁBRICA DE ARTÍCULOS DE CONCRETO, SOCIEDAD ANÓNIMA**, presentado por la estudiante universitaria **Dévora Soledad Leiva Cifuentes**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2010.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de *conocer* la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN FERRETERÍA Y FÁBRICA DE ARTÍCULOS DE CONCRETO, SOCIEDAD ANÓNIMA**, presentado por la estudiante universitaria **Dévora Soledad Leiva Cifuentes**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paz Recinos
DECANO



Guatemala, Octubre de 2010

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS	Por darme vida, sabiduría, por ser guía y luz en mi camino y por estar a mi lado en todo momento.
MIS PADRES	Por su amor y ayuda incondicional.
MIS HERMANOS	Por apoyarme en todo momento, en especial a mi hermano Ángel por su apoyo incondicional.
FFAC, S.A.	Por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en la empresa.
INGA. SIGRID CALDERON	Por su asesoría y tiempo brindado.
LA FACULTAD DE INGENIERÍA	Por los conocimientos que me transmitió.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS Con respeto y amor, que mi logro sea para enaltecer su nombre.

MIS HIJOS Jesús Alberto, Eliza Massielly y Marjorie Ayeleth, por ser mi inspiración y la fuerza que me impulso a terminar mi carrera con amor.

MI ESPOSO Jorge G. Pérez Recinos con amor.

MIS PADRES Oscar Leiva y Violeta Cifuentes. En especial a mi madre un ejemplo de lucha constante que mi triunfo corone sus sacrificios.

MIS HERMANOS Ángel Benjamín, Adriela Elizabeth, Oscar Abraham, en especial a mi hermano Daniel Melkisedeck (Qepd) siempre te recordare.

MIS SOBRINOS Daniela, Kimberly, Melinda, Jocabed y Angel con cariño

MI FAMILIA Con cariño, respeto y admiración

A MIS AMIGOS Por compartir conmigo momentos importantes y ser un apoyo para finalizar mi carrera.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	
1.1 Reseña histórica.....	1
1.2 Actividades y servicios.....	5
1.3 Visión y misión.....	6
1.4 Estructura organizacional.....	7
2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	
2.1 Qué es un departamento de control de calidad para FFAC, S. A.....	10
2.2 Encuesta para la realización del Foda y diagrama causa–efecto.....	11
2.3 Observaciones y entrevistas.....	23
2.4 Productos que se fabrican y descripción del proceso.....	26
2.5 Contaminación del producto.....	34
2.6 Análisis Foda de FFAC, S.A.....	36
2.7 Diagrama causa–efecto del área de producción en FFAC. S.A.....	42
2.8 Análisis del resultado.....	45
3. PROPUESTAS Y MEJORAS PARA LA IMPLEMENTACION DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN	
3.1 Qué es el departamento de control de calidad.....	52
3.2 Sensibilización y capacitación del personal involucrado.....	53

3.2.1	Importancia de la sensibilización.....	56
3.2.2	Tipos de capacitación que se impartirán.....	59
3.3.3	Implementación del departamento de control de calidad.....	60
3.3.1	Implementación de controles.....	64
3.3.1.1	Control de calidad de los agregados.....	71
3.3.1.1.1	Tipos de agregados.....	71
3.3.1.1.2	Contaminación de los agregados.....	74
3.3.1.1.3	Estudios en los bancos de agregados.....	76
3.3.1.1.4	Normas utilizadas y absorción en agregados finos y gruesos.....	77
3.3.1.1.4.1	Peso unitario y los vacíos en los agregados.....	78
3.3.1.1.4.2	Partículas planas y alargadas en los agregados gruesos.....	79
3.3.1.1.4.3	Materia orgánica en los agregados.....	80
3.3.1.1.5	Estudios en los agregados.....	81
3.3.1.1.6	Discusión de los resultados.....	97
3.3.1.2	Formatos para los estudios en los agregados....	107
3.3.2	Control de calidad en la tecnificación del proceso.....	117
3.3.2.1	Estado de la maquinaria.....	118
3.3.2.1.1	Mantenimiento.....	121
3.3.2.2	Programación de la máquina.....	125
3.3.2.3	Tipo de vibración.....	126
3.3.2.4	Tiempo de mezclado.....	127
3.3.2.4.1	Proporción correcta de tiempos.....	129

3.3.2.5	Vida útil de los moldes.....	131
3.3.2.6	Carpintería, tableros y tarimas.....	132
3.3.3	Calidad de las materias primas.....	133
3.3.3.1	Proporción adecuada de los materiales.....	135
3.3.4	Control de calidad en el fraguado, curado y almacenaje.....	138
3.3.4.1	Fraguado correcto.....	139
3.3.4.2	Curado correcto.....	141
3.3.4.3	Almacenaje correcto.....	143
3.3.4.4	Especificaciones de fraguado curado y almacenaje.....	145
3.3.5	Ensayos finales para el aseguramiento de la calidad.....	146
3.3.5.1	Peso correcto.....	147
3.3.5.2	Absorción adecuada.....	148
3.3.5.3	Apariencia.....	150
3.3.5.4	Medidas.....	151
3.3.5.5	Resistencia a compresión.....	151
3.3.5.6	Especificaciones finales del producto.....	161
3.3.6	Formatos.....	166
3.3.6.1	Formatos para los agregados.....	166
3.3.6.2	Formatos para el proceso de producción.....	167
3.3.6.3	Formatos para fraguado curado y almacenaje.....	169
3.3.7	Análisis económico.....	171
3.3.7.1	Costos de prevención.....	171
3.3.7.2	Costos de evaluación.....	173
3.3.7.3	Costos por fallas.....	175
3.3.8	Relación beneficio costo de la implementación.....	176
3.3.9	Análisis de la situación actual contra propuesta.....	178
3.3.10	Ventajas económicas de la implementación.....	178

4. LA EMPRESA Y EL MEDIO AMBIENTE	
4.1 Artículos que afectan de la legislación vigente.....	180
4.2 Forma de afectar el medio ambiente con el polvo.....	181
4.3 Forma de afectar el medio ambiente con el humo.....	181
4.4 Documentación propuesta sobre el medio ambiente.....	181
4.5 Guía ambiental.....	182
CONCLUSIONES	191
RECOMENDACIONES	193
BIBLIOGRAFÍA	195
ANEXOS	197

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Estructura organizacional de FFAC, S.A.	8
2	Gráfico de la pregunta 1	14
3	Gráfico de la pregunta 2	15
4	Gráfico de la pregunta 3	16
5	Gráfico de la pregunta 4	17
6	Gráfico de la pregunta 5	18
7	Gráfico de la pregunta 6	19
8	Gráfico de la pregunta 7	20
9	Gráfico de la pregunta 8	21
10	Gráfico de la pregunta 10	22
11	Flujograma del proceso de producción de agregados	28
12	Diagrama del flujo del proceso de producción de	30
13	Contaminación del producto	36
14	Diagrama causa–efecto	43
15	Capacitación	54
16	Sensibilización del personal	57
17	Propuesta de la estructura organizacional	62
18	Diagrama del flujo del proceso en producción de agregados	65
19	Diagrama del flujo del proceso de producción de bloques	67
20	Finuras de agregados	73

21	Depósitos de agregados en planta de producción	73
22	Prueba de sedimentación	76
23	Flujograma del cuarteo de muestra	85
24	Diagrama de bloque	89
25	Flujograma de la prueba de granulometría	94
26	Arenera El Carmen	99
27	Arenera Peña Blanca	101
28	Planta de producción en la pedrinera El Rodeo	103
29	Pedrinera El Rodeo	105
30	Identificación de la muestra	110
31	Formato de inspección de camiones	112
32	Formato análisis granulométrico por mallas	113
33	Formato de prueba de limpieza y dureza	114
34	Formato de la prueba de materia orgánica o colorimétrica	115
35	Registro de la prueba de contenido de arcilla	116
36	Formato del análisis del peso específico	117
37	Máquina Novablock	119
38	Parte frontal de la Novablock	119
39	Multiforca	120
40	Máquina Multitub	120
41	Formato de mantenimiento correctivo	123
42	Costos de la reparación de maquinaria	124
43	Panel de control	126
44	Mezcladora tipo planetaria	130
45	Producción de moldes	132
46	Desgaste de tableros	133
47	Proporciones para el concreto	137
48	Proporciones de la mezcla en el concreto	137
49	Gráfica del fraguado del concreto	140

50	Cuartos de curado	142
51	Cuartos de curado y traslado de la multiforca	143
52	Almacenaje de bloques	144
53	Diagrama de bloque	149
54	Máquina universal de compresión	153
55	Falla de resistencia a compresión en bloques	155
56	Ancho de pared	156
57	Falla del adoquín en la prueba de resistencia	158
58	Falla del tubo en la prueba de resistencia	159
59	Producción de tubos	160
60	Instalación correcta de una tubería de concreto	165
61	Formato de control de medidas	168
62	Formato de dosificación de la mezcla	169
63	Formato de tiempos	170

TABLAS

I	Boleta de encuesta	12
II	Resumen del diagrama del flujo de proceso producción de agregados	29
III	Resumen del diagrama del flujo de proceso producción de bloques	33
IV	Matriz de estrategias Foda para FFAC, S.A.	40
V	Costos de devolución	48
VI	Tabla resumen del diagrama, método propuesto	67

VII	Tabla resumen del diagrama	70
VIII	Descripción de las normas utilizadas ASTM	77
IX	Limites de sustancia perjudicial en los agregados	91
X	Gráfica del estudio de granulometría de la arena pómez	98
XI	Estudio de granulometría de polvo de piedra	100
XII	Estudio de granulometría de la arena volcánica	102
XIII	Estudio de granulometría piedrín 3/16	104
XIV	Estudio de granulometría de piedrín 3/8	106
XV	Relación cemento – agregados propuestos	136
XVI	Especificaciones de tiempo para el producto final	145
XVII	Resistencia mínima a compresión	154
XVIII	División de bloques según su masa	161
XIX	Clasificación de los bloques según su resistencia	162
XX	División de los adoquines	163
XXI	Instrumentos propuestos a utilizar en el laboratorio	173
XXII	Costos y beneficios de la implementación	177

GLOSARIO

Agregados	Son materiales pétreos, inertes, resultantes de la desintegración de las rocas o de la trituración de las mismas.
Agregado fino	Arena, material que pasa por el tamiz de 6.35mm.
ASTM	Siglas de la Sociedad Americana para el ensayo e inspección de los materiales (<i>American Society for Testing and Materials</i>).
Chert	Método de prueba (ASTM C-123) para determinar el Porcentaje de partículas livianas en los agregados gruesos, mediante separación por suspensión, en un líquido de peso específico elevado.
COGUANOR	Comisión Guatemaltecas de Normas.
Muestra	Grupo de unidades o porción de material, tomados de una cantidad mayor de unidades o de material. Sirve para aportar información para tomar decisiones sobre el conjunto mayor de unidades, sobre un material o sobre un proceso de producción.

RESUMEN

Ante la necesidad de establecer la vida de servicios de los artículos de concreto y componentes que se utilizan en su elaboración, los cuales se estudian con relación a sus características mecánicas y las relacionadas con la durabilidad, funcionamiento y vida de servicio, serán propuestos en este trabajo de grado, para la implementación del departamento de control de calidad.

FFAC, S.A. es una empresa que creció sin darse cuenta, que tuvo un éxito con base en la perseverancia de sus propietarios, lo que la convirtió en una empresa líder en la producción y venta de artículos de concreto y materiales para la construcción. Toda empresa con una gran visión y la misión de superar las expectativas de sus clientes. Tiene una administración organizacional que la mantiene con un buen nivel financiero.

La transformación de la empresa tradicional, que carece de procesos eficientes y rigurosos que cuiden la calidad, el costo y que finalmente alcancen un nivel de excelencia hacia el cliente es una necesidad, más que una moda; la productividad y la competitividad pasaron de ser términos económicos que estimulan el norte de la empresa, se convirtieron en un propósito fundamental, en la meta.

Por ello se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa con ayuda de herramientas de ingeniería como el análisis Foda y el diagrama causa–efecto, donde se detallan los problemas y se hace referencia de las estrategias que se proponen para la implementación. Estas herramientas se lograron realizar con una investigación de campo que se efectuó con una encuesta, entrevistas y observaciones que se realizaron en el recorrido de la planta de producción.

Un criterio que prevalece dentro de los fabricantes de artículos de concreto es la aplicación de procedimientos de control de calidad, implica una inversión, que incrementa el costo del producto; si los procesos se aplican de una manera inadecuada, este razonamiento puede ser válido.

Por esto las propuestas y mejoras para la implementación del departamento de control de calidad se describen con ayuda de las herramientas de ingeniería. El personal involucrado es una pieza clave del engranaje de la calidad, ello justifica la necesidad de crear una cultura de calidad a través de un programa de capacitaciones y sensibilización al personal.

La implementación se realiza estableciendo metas, objetivos de calidad, para determinar y establecer los procedimientos para controlar el producto en cada una de las distintas etapas, incluyendo lo necesario para asegurar la confiabilidad y satisfacción total de las exigencias de los clientes.

Establecer los distintos puntos críticos del proceso, para observar en que área se debe realizar inspecciones, pruebas y/o ensayos propuestos, estos son indispensables para saber qué decisión tomar para cualquier cambio o mejora que se necesite en determinada área.

Todos los procedimientos, pruebas y ensayos de verificación de calidad son efectivos en el mejoramiento de la calidad, pero deben ser complementados con la documentación respectiva de las observaciones, análisis, resultados, etc., de cada procedimiento realizado. El objetivo de los registros de calidad es contar con documentación sobre la que se pueda basar cualquier modificación a proporciones, procesos, la maquinaria, o en caso sirva de referencia en dudas o de aplicación de pruebas anteriores.

Esta propuesta también pretende ser un instrumento de referencia para poder cumplir con la legislación vigente del manejo de la contaminación ambiental que se produce con la fabricación de materiales para la construcción y urbanización, ya que en el proceso de producción se utilizan recursos no renovables.

OBJETIVOS

- **General**

Implementar el departamento de control de calidad para tener registros del comportamiento de la materia prima, producto en proceso, producto terminado y almacenaje de los productos (block, adoquín y tubos) y poder establecer los puntos críticos del proceso de producción, el cual tiene como fin principal la satisfacción total de las expectativas y exigencias de los clientes.

- **Específicos**

- 1 Asegurar la calidad de los productos (block, adoquines y tubos) que se producen para los clientes.
- 2 Optimizar los recursos para hacer más rentable la implementación del departamento de control de calidad.
- 3 Desarrollar formatos para tener registros de los controles efectuados, poder efectuar estudios y analizar nuestra situación y la forma de mejorarla.
- 4 Sensibilizar y capacitar al personal involucrado, para que este bien informado del tema y de la responsabilidad de cada uno en la implementación,
- 5 Tener un control del proceso en la materia prima, producto en proceso, producto terminado y almacenaje, para poder entregar un mejor producto.
- 6 Realizar una guía ambiental basada en la legislación vigente para crear conciencia.

INTRODUCCIÓN

El Tratado de Libre Comercio y el proceso de globalización económica imponen nuevos retos a las empresas, exigiendo en ellas cambios radicales en la estructura y la estrategia, con el fin de presentar al mercado además de un producto de excelente calidad, un servicio eficiente y sin reparos que logre satisfacer totalmente las expectativas y exigencias impuestas por los nuevos clientes, un mercado cada vez más exigente, consumidores que busca la mayor satisfacción al menor precio.

Los requerimientos del mercado día a día son más rígidos y exactos, la demanda adquiere una postura más severa ante la oferta, por lo que se hace indispensable un control de calidad en todo lo que interviene en el proceso productivo de los artículos de concreto para poder asegurarle la calidad al cliente.

FFAC, S.A. no cuenta actualmente con un departamento que controle la calidad en su proceso productivo para poder asegurarle al cliente la calidad de los productos que se les está ofreciendo. En el presente documento se establecen las generalidades de la empresa Ferretería y Fábrica de Artículos de Concreto y permite conocer su historia, sus actividades y servicios, la visión y misión de la empresa y su estructura organizacional, las cuales se detallan en el capítulo 1.

En el capítulo 2 se describe el análisis de la situación actual de la empresa en el departamento de producción para lo cual se utilizaron herramientas de ingeniería como las encuestas, entrevistas, el análisis Foda, diagrama causa efecto, costos por devoluciones.

En el capítulo 3 se presentan las propuestas y mejoras para la implementación del departamento de control de calidad en el proceso de producción de artículos de concreto como bloques, adoquines y tubos; el concepto de departamento de control de calidad que tiene la mayoría del personal involucrado dentro de la empresa, la forma de impartir capacitación y darle una adecuada sensibilización al personal; la importancia de esta como herramienta de ingeniería para disminuir la resistencia al cambio.

Se incluye la implementación de controles para poder establecer registros y a la larga tener una estadística del comportamiento de los productos a través de controles en la materia prima, aplicación de normas, discusión del resultado de los estudios practicados, control en el proceso del producto para obtener un producto final deseado, utilización correcta de los moldes e insumos renovables empleados en el proceso, una proporción correcta de las materia primas.

El análisis económico se estableció para saber si el proyecto es rentable. En el capítulo 4 se describe la tarea de FFAC, S.A. para el cuidado y protección del medio ambiente a través de sus recursos disponibles guiándose por la legislación, para crear una conciencia ambiental y obtener la calidad de vida que se exige para que el equilibrio de la naturaleza no sea modificado.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

A continuación se detalla la historia de esta exitosa empresa Ferretería y Fábrica de Artículos de Concreto Sociedad Anónima. También, se describe su política y su visión que la han llevado a ser la gran compañía que es hoy en día.

1.1 Reseña histórica

Un éxito basado en perseverancia. La historia que dio origen a lo que ahora es FFAC, S.A. es merecedora de estar en cualquier libro que exalte la perseverancia y la tenacidad, pero sobre todo es un testimonio de que los sueños se pueden alcanzar en base a mucho trabajo, esfuerzo y honestidad.

FFAC, S.A. es actualmente una empresa líder en la producción, venta y distribución de materiales para la construcción en el centro occidente de Guatemala, ubicándose su sede central en el departamento de Chimaltenango, a aproximadamente a 50 kilómetros de la ciudad de Guatemala.

Decir que la historia que dio origen a esta empresa, pudiera estar en libros, no es exagerar, tomando en cuenta que su precursor fue un niño de apenas ocho años. Eliseo Caná o “Don Cheyo”, como se le conoce cariñosamente, debió abandonar los juegos infantiles en 1930, para apoyar a su padre que estaba enfermo y ayudar también a sus 14 hermanos.

El espíritu perseverante de Don Eliseo, lo hacía ver las oportunidades y aprovecharlas. Es así como diez años después, el ahora joven se dedicaba a transportar quintales de café en el lomo de una mula, cobrando Q2 por cada quintal. Pero esto era solo el comienzo. Con la llegada de los automóviles, “Don Cheyo” logró comprar un pick up usado, contando para ello con la ayuda de su hermano Juan. Inicialmente el vehículo sirvió para el transporte de fruta, proveniente de la costa sur, que luego era vendida en el mercado local. Sin embargo, la gran oportunidad estaba por llegar.

Por aquellos años en Chimaltenango no había un solo lugar en donde se vendieran materiales para la construcción, existía apenas una venta de cal. Don Eliseo, no desaprovechó esta situación y empezó a hacer viajes a la capital, para comprar láminas, clavos, cemento y otros materiales. Para 1960, el emprendedor empresario ya tenía montado su primer local comercial, que fue un éxito total.

En esa misma década, Don Eliseo, descubre nuevamente una oportunidad, al notar que las construcciones en el lugar eran de adobe y caña. Con mucho entusiasmo empezó a dar a conocer los materiales de construcción que podían servir para mejorar las mismas, valiéndole esto extender sus ventas tanto localmente como a ciudades vecinas.

También convence a técnicos capitalinos, para que trabajen con él y se establezcan en Chimaltenango. Aníbal del Cid, fue uno de ellos, quien instaló el primer taller de soldadura eléctrica de toda el área. Luís Ordóñez, fue uno de los pioneros, en la fabricación de macetas y pilas de concreto, siendo estos los primeros productos elaborados con dicho material. Cabe mencionar, que en homenaje al mencionado, la ferretería que empezaba sus labores, llevó el nombre de San Luís.

Las novedades no paraban de llegar, pues en la década de los 70's, el señor Caná, instala la primer máquina para hacer blocks, que fue un éxito. Además, se inicia la fabricación de tubos de concreto de diversos diámetros. El innovador. En los 70's, en pleno conflicto armado, la familia, asume la valiente responsabilidad de seguir al frente de la empresa, mientras su padre se dedica a otros negocios. El panorama que le esperaba no podía ser peor, pues debido al enfrentamiento, la inversión en construcciones era mínima, mientras la inseguridad y la inestabilidad amenazaban con hundir el esfuerzo de tantos años.

Tras casi tres décadas de mantener a flote la empresa y de demostrar su temple para los negocios, nuevos vientos empezaron a soplar para la familia Caná, con la llegada de la firma de la Paz, lo cual les permitió el resurgimiento, acompañado éste de la compra de nueva maquinaria y la apertura de nuevas ferreterías. Ya en 1,999 se toma la decisión de cambiar el nombre de la empresa al de FFAC, S.A., que significa Ferretería y Fábrica de Artículos de Concreto, S.A. Se inicia además, las operaciones de dos plantas de fabricación de blocas, y dos dedicadas a la producción de piedrín.

Para todo esto se adquiere tecnología de punta, materias primas de alta calidad, pero sobre todo se conforma un equipo de personas altamente preparadas, cada una en su área. FFAC, S.A. pone especial atención en el cuidado de la calidad de los productos, para lo cual tiene una supervisión periódica de la facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, que lleva a cabo rigurosas pruebas de laboratorio, con las que se ha podido establecer que los productos de concreto llenan estándares internacionales y cumplen con todas las normas existentes, es más, las superan.

Hoy día, FFAC, S.A. es una de las empresas líderes en su ramo, en el ámbito nacional, logrando que sus productos lleguen hasta el sur de México, contando hasta hoy con siete distribuidoras en distintos puntos del país, número que seguramente se ampliará en un futuro cercano.

Lo que empezó como un pequeño negocio, hoy cuenta con enormes instalaciones, con máquinas que producen hasta treinta mil bloques por día y tubos de concreto de 60 pulgadas; además, con más de 300 empleados, pero con la misma intención de poderle dar a usted lo mejor, lo cual respaldamos con nuestro nombre.

Que se iba a imaginar hace 75 años, un niño llamado Eliseo Caná, que su esfuerzo al empezar a trabajar a los ocho años, con tal de ayudar a su padre enfermo y a sus catorce hermanos, iba dar origen a la que hoy es FFAC, S.A. empresa líder en la producción, venta y distribución de materiales para la construcción en el área centro occidental de Guatemala. Ni en sus mejores sueños, don Eliseo, pudo ver que el éxito que le esperaba a él y a su familia.

1.2 Actividades y servicios

FFAC, S.A. es actualmente una empresa líder en la producción, venta y distribución de materiales para la construcción en el centro occidente de Guatemala, ubicándose su sede central, en el departamento de Chimaltenango, a aproximadamente 50 kilómetros de la ciudad de Guatemala.

Ferretería y Fábrica de Artículos de Concreto Sociedad Anónima, por sus siglas FFAC, S.A. es una empresa que se dedica a la producción de artículos de concreto y a la compraventa de productos de ferretería completa. Surgió hace 36 años, actualmente cuenta con 350 empleados.

Su planta de producción y una de sus tiendas más grande se encuentra ubicada en el Km. 52.5 carretera interamericana Chimaltenango.

1.3 Visión y misión

Como toda empresa con valores debemos ser capaces de definir con claridad cuál es la visión y misión, una necesidad de coherencia, de cómo nos vemos en un futuro y si podemos llegar a ese estado deseado.

a. Visión

“Ser líderes en la fabricación y comercialización de artículos de concreto materiales de construcción, de vivienda popular con estricto control de calidad innovando el desarrollo de Guatemala”

Fuente: Recursos humanos.

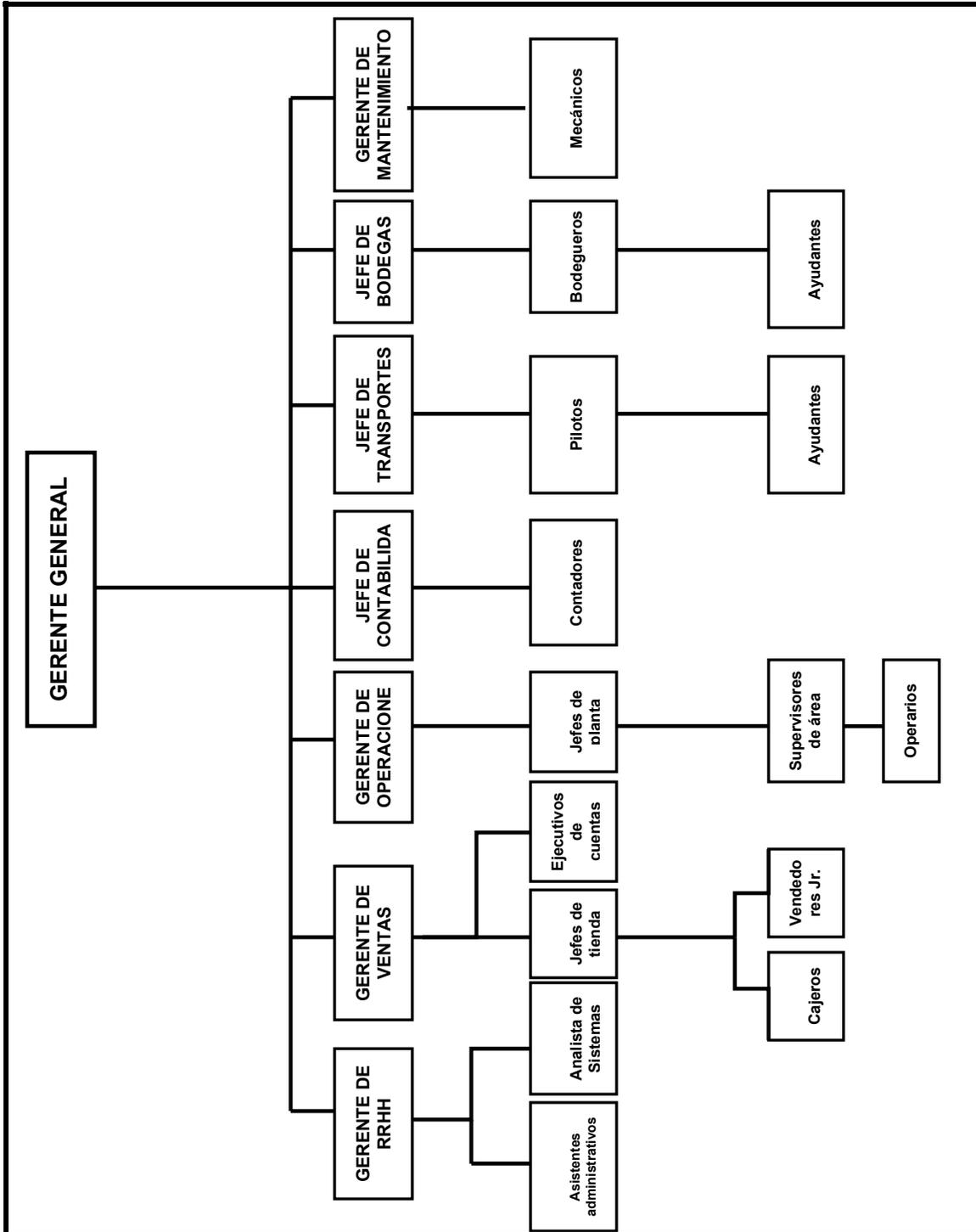
b. Misión

“Somos una empresa con más de cincuenta años de experiencia dedicados a la fabricación y comercialización de artículos de concreto ofreciendo a nuestros clientes productos y servicios de calidad, construyendo con amor el futuro de Guatemala” **Fuente: Recursos humanos.**

1.4 Estructura organizacional

En la estructura organizacional se pueden ver las líneas de mando y las dependencias de la empresa, en el presente organigrama se detalla la estructura organizacional, de forma general limitándose a las unidades de mayor importancia, por ser los más comunes.

Figura 1. Estructura organizacional de FFAC S. A.



2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

En la actualidad la ferretería y fábrica de artículos de concreto no cuenta con un departamento encargado de monitorear los estándares y especificaciones de calidad en la producción, tanto de materia prima como productos en proceso y producto final. Actualmente se realizan pruebas de resistencia al producto final cada quince días o cada semana, no teniendo así una secuencia definida para su realización.

De estas pruebas no se puede establecer un comportamiento real del producto porque no es una muestra representativa de la producción; en una producción de más de un millón de unidades se realiza la prueba de resistencia a 4 o 5 unidades. El registro de estas pruebas se encuentra en la computadora del ingeniero de operaciones donde está la fecha en que se realizó y el resultado que se obtuvo en cada prueba.

El ingeniero de operaciones tiene varias atribuciones y entre ellas esta la de llevar un control en la calidad del producto, la cual no se puede establecer con pruebas esporádicas en el producto final, sin una secuencia definida y en los distintos puntos del proceso.

Porque no sólo se necesita saber si el producto final es de buena calidad, sino que de igual forma se deben controlar los distintos puntos críticos del proceso que influyen en la calidad del producto. Para realizar este diagnóstico se utilizaron herramientas de ingeniería como el análisis foda y el diagrama causa y efecto.

Uno de los puntos críticos del proceso con mayor importancia será el de la formulación y su aplicación en cada *bach* y/o lechada de mezcla realizada, igualmente en la producción y recepción de la materia prima. Por ello se recurrió a herramientas de ingeniería como el análisis Foda, el cual se realizó por medio de encuestas, entrevistas y verificaciones personales de los procesos y el producto final.

También, se utilizó el diagrama causa–efecto como herramienta de ingeniería, para analizar y lograr soluciones óptimas reales que sean factibles y prácticas.

2.1 Qué es un departamento de control de calidad para FFAC, S. A.

En FFAC, S. A., el departamento de control de calidad se constituye de un conjunto de esfuerzos efectivos de los diferentes departamentos de la empresa afectos a esta implementación y/o a este departamento.

Estos esfuerzos son de mucha importancia para la integración del desarrollo, mantenimiento y superación de la calidad, de los productos finales, con el fin de hacer posibles la fabricación y servicio a satisfacción completa del consumidor, sobrepasando así las expectativas del cliente al nivel más económico y óptimo.

Por esto se hace necesaria la implementación de este departamento; se necesitan técnicas de inspección en el proceso de producción para evitar la salida de bienes defectuosos y satisfacer las necesidades técnicas del producto y poder llegar a los sistemas y procedimientos, para evitar que se produzcan bienes defectuosos, asegurando así satisfacer al cliente, prevenir errores, reducir costos y ser competitivos.

2.2 Encuesta para la realización del Foda y diagrama causa–efecto

Para obtener información de la situación actual de la empresa se aplicaron herramientas de ingeniería como la encuesta para realización del análisis Foda y el diagrama causa–efecto.

La encuesta fue dirigida al personal de producción y ventas, la boleta se dirigió a 50 persona 40 de producción y 10 de ventas y/o servicio al cliente. En el área de producción la contestaron el gerente, supervisores y operarios. En el área de ventas se la contestó la persona encargada de reclamos y a varios vendedores. De estas se obtuvieron los resultados que se indican en los gráficos.

De la encuesta realizada las preguntas con mayor importancia para el desarrollo del análisis Foda y el diagrama causa y efecto porque reflejan en realidad el conocimiento y práctica de la calidad, estas son las siguientes: las preguntas numero 1, 2, 3, 5, 8 y 10.

La boleta de encuesta que se utilizó se describe a continuación en la tabla I:

Tabla I. Boleta de Encuesta

BOLETA DE ENCUESTA PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y VENTAS DE FFAC, S.A.	
Objetivo: obtener información de los conocimientos que se tienen sobre la calidad y la reacción de los clientes.	
Preguntas:	
1.	¿Sabe lo que significa Calidad? Sí _____ No _____
2.	¿Se lleva a cabo algún control para verificar la calidad del producto? Sí _____ No _____
3.	¿Cada cuanto tiempo se realizan pruebas para verificar la calidad del producto? diario _____ de vez en cuando _____ rara vez _____ casi nunca _____
4.	¿Sabe Ud. la clase de tecnología que se utiliza para la realización del producto? Sí _____ No _____
5.	¿Se lleva algún registro de calidad? Sí _____ No _____ No sabe

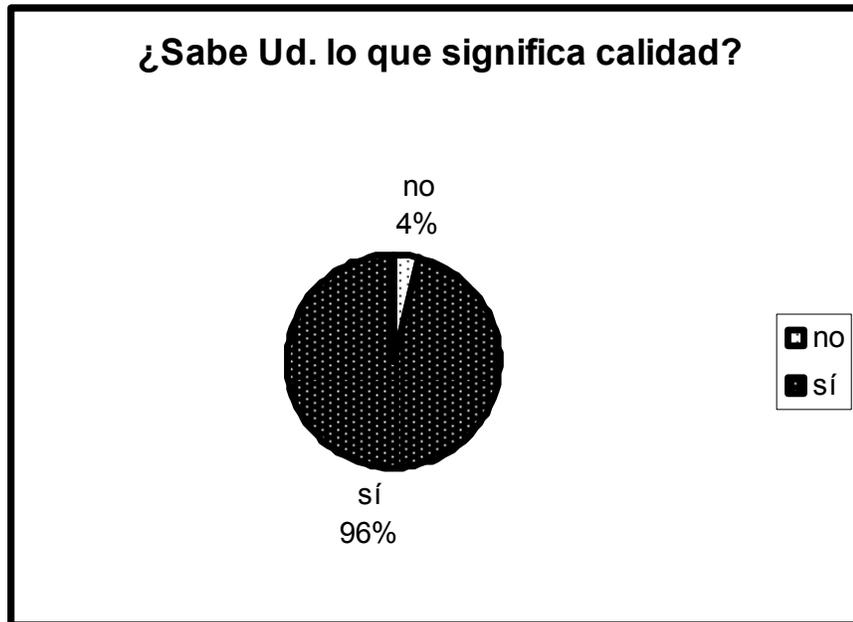
6. ¿Es alto el índice de devoluciones que se tienen? Sí____ No____
7. ¿Hay alguna clase de control en la extracción de los agregados? Sí__
No__
8. ¿Verifican la calidad de la materia prima que reciben? Sí____ No____
9. ¿Está establecida alguna norma para la tecnificación del proceso?
Sí____ No____
10. ¿Ha recibido alguna capacitación sobre calidad? Sí__ No____

Realizada en: área de producción y ventas

Se realizaron cincuenta boletas de encuesta, de las cuales se obtuvieron varios resultados y se realizaron gráficos. Estos resultados contribuyeron a la realización del análisis Foda y el diagrama causa-efecto.

A continuación se describen los gráficos de las preguntas más importantes que se realizaron en las encuestas.

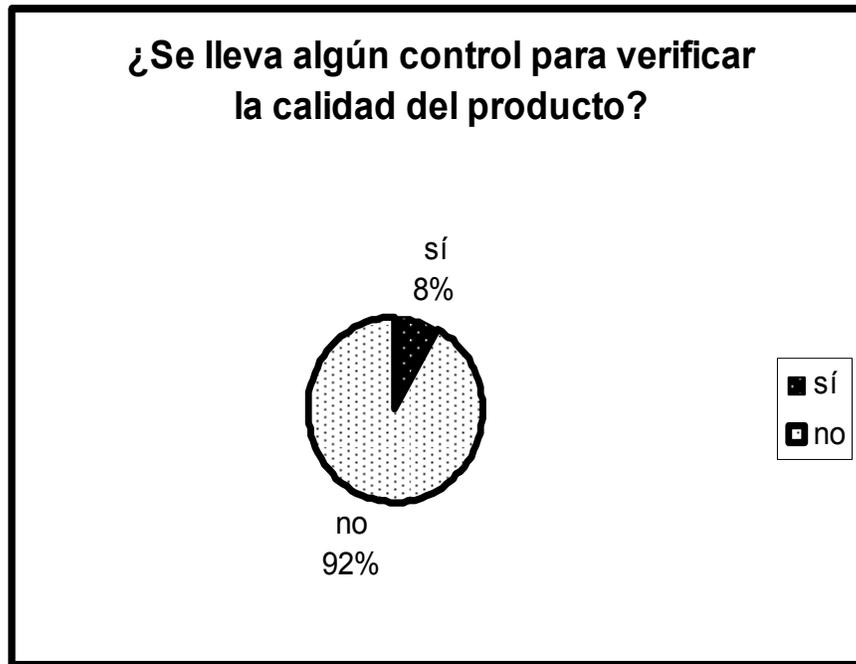
Figura 2. Gráfico de la pregunta 1. Resultado de forma gráfica



En la pregunta número uno se puede prestar atención a que en su mayoría el personal tiene claro que calidad es un producto final bien hecho, con buenas características físicas y mecánicas.

No tienen claro que para llegar a un producto final de calidad hay que establecer controles en los distintos puntos del proceso y para esto se debe cultivar una cultura de calidad en cada persona involucrada en todo el proceso.

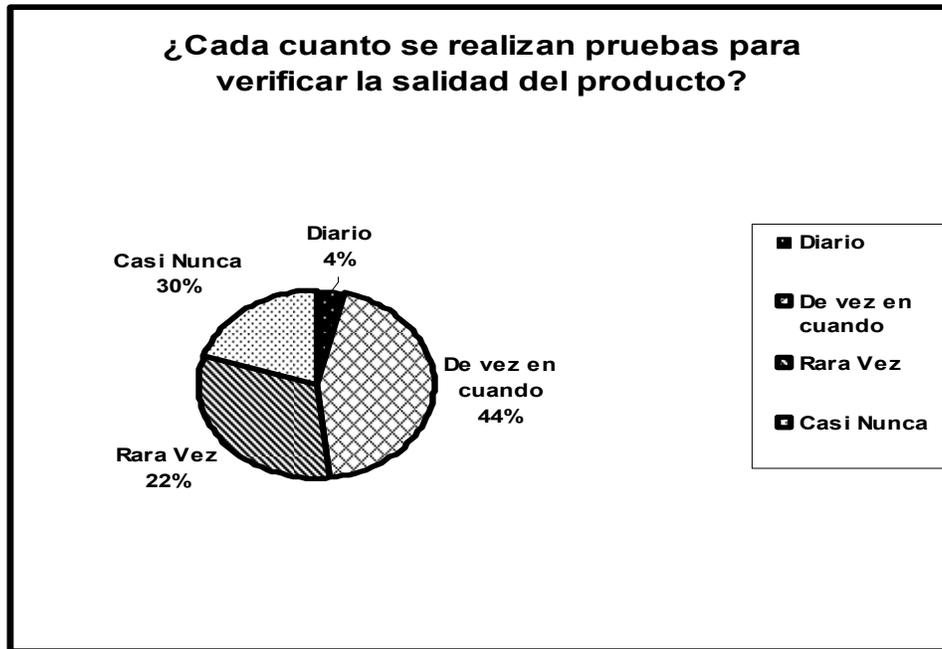
Figura 3. Gráfico de la pregunta 2. Resultado de forma gráfica.



En la figura 3 se observa que no se tiene conocimiento de que se utilice un método específico de control de calidad.

Realmente no hay un verdadero control donde se verifique la calidad de la materia prima, del producto en proceso o del producto final.

Figura 4. Gráfico de la pregunta 3. Resultado de forma gráfica



En la figura 4 el gráfico de la pregunta tres se observa que la realización de las pruebas no tienen una secuencia definida, ya que estas se realizan cada semana o cada quince días dependiendo de la disponibilidad del ingeniero de operaciones, (actualmente, él tiene varias atribuciones).

Figura 5. Gráfico de la pregunta 4. Resultado de forma gráfica.



En la figura 5 se encuentra el resultado gráfico del resultado de la pregunta cuatro se puede observar que el personal tiene claro con que clase de tecnología cuenta la empresa, ya que como se observa en la gráfica, un 92% contestó que sí y un 8% es ajeno a este tema, o sea: no conoce muy bien la maquinaria con que cuenta la empresa y el gran potencial que esto significa.

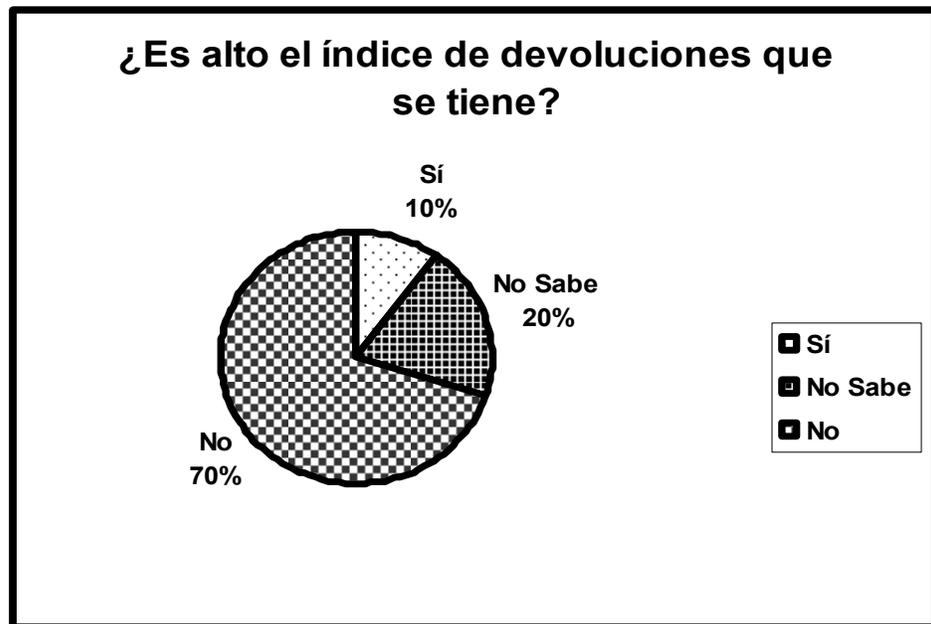
Figura 6. Gráfico de la pregunta 5. Resultado de forma gráfica.



En la figura 6 se tiene el resultado gráfico de la pregunta cinco y se observó que el 70% de los entrevistados no saben que se lleve o que se tenga un registro de calidad en producción y este es un índice muy alto.

No existe otro registro que no sea el que lleva el ingeniero de operaciones en su computadora. En el registro están los resultados de las resistencias a compresión de los diferentes productos que se fabrican. Estas pruebas las realiza cada quince días o cada semana, dependiendo de la disponibilidad que tenga con respecto a todas las tareas que desempeña.

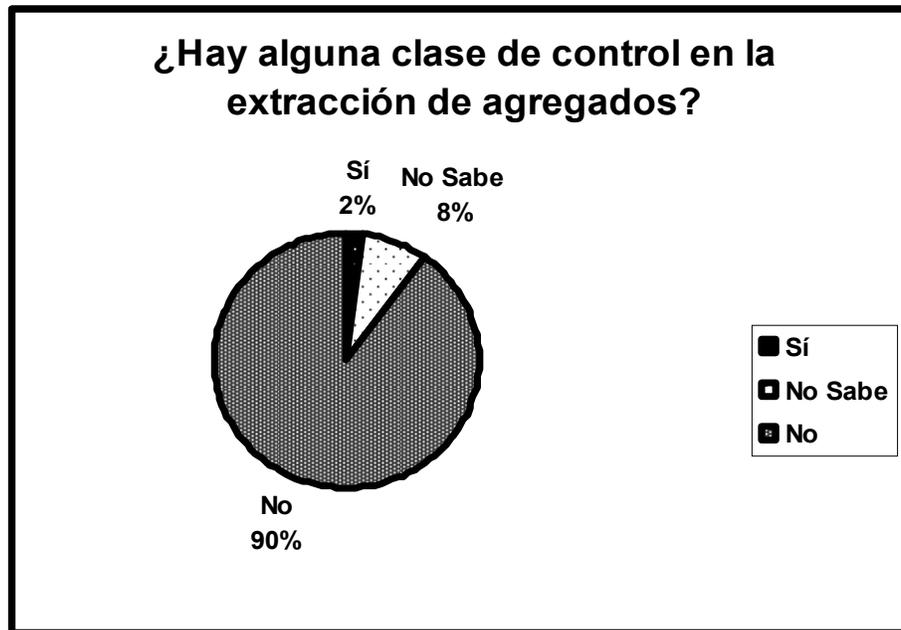
Figura 7. Gráfico de la pregunta 6. Resultado de forma gráfica.



En la pregunta seis como se observa el resultado gráfico en la figura 7, se puede prestar atención que no todo el personal sabe si se tienen devoluciones, porque el índice de devoluciones realmente es bajo, pero cuando se tiene una devolución ocasiona gastos extras lo cual eleva el costo del producto devuelto.

El 10% que tiene conocimiento de las devoluciones se da cuenta de estas y esto se da sólo con las constructoras que son un poco más exigentes con respecto a las especificaciones del producto que piden.

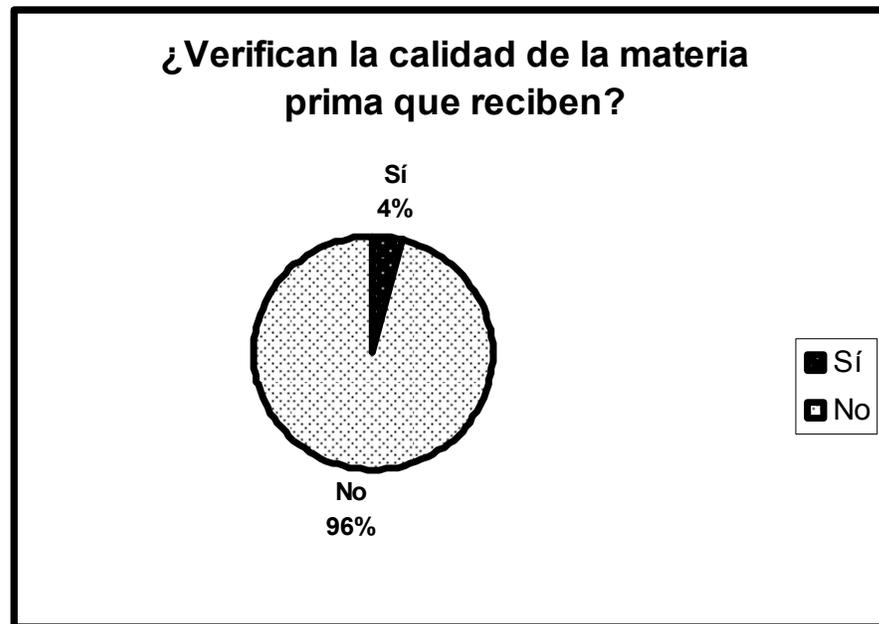
Figura 8. Gráfico de la pregunta 7. Resultado de forma gráfica.



Como se puede observar el 90% de las personas que respondieron la entrevista realizada se da cuenta que no se lleva un control específico, por que la excavadora saca el producto del banco y lo transporta a la trituradora, después es trasladado por medio de una banda a las mallas, de las cuales varias están ya muy desgastadas, esto ocasiona que pase agregados de tamaño más grande de lo especificado.

Esto altera el resultado en la resistencia del concreto. El otro 8% no sabe. El 2% que si sabe piensa que una clase de control es que el producto que no pasa por los tamices o mallas es regresado a la trituradora o utilizado para otro proceso.

Figura 9. Gráfico de la Pregunta 8. Resultado de forma gráfica.



En la figura 8 está el resultado gráfico de la pregunta ocho, como se observa que el 96% niega que se verifique que la materia prima que llegue cumpla con las especificaciones, ya que ellos sólo verifican que sea la cantidad correcta la que les llevan y no la calidad de esta, por ejemplo que los agregados estén dentro de las especificaciones normadas y/o establecidas por la empresa.

El 4% respondió que sí, ya que cada mes se sacan muestras para mandarlas a los laboratorios para ver el comportamiento que tiene la materia prima. Pero estos resultados no son significativos porque la frecuencia de muestreo está muy separada una de otra, no se puede sugerir que el producto siempre llegue como sale en la muestra. O en el mejor de los casos que este mejor que lo que se analiza.

Figura 10. Gráfico de la Pregunta 10. Resultado de forma gráfica.



En la pregunta 10 se observa que el 90% del personal, principalmente de producción, no ha recibido una capacitación sobre la calidad y este porcentaje es muy alto, porque un trabajador capacitado es un trabajador competitivo.

También se realizaron entrevistas y verificaciones personales de cómo estaba realmente el proceso, y los controles, de los cuales no se observó, ni se encontró algún registro que estuviera relacionado con la calidad, solamente el que lleva el ingeniero de operaciones en su computadora.

Solo el registro que se encontró en la computadora del ingeniero de operaciones donde guarda las resistencias de las pruebas que realiza en el producto final, realiza cada quince días o cada semana.

2.2 Observaciones y entrevistas

Al principio del Ejercicio Profesional Supervisado se realizó un recorrido por las plantas de producción de agregados en la pedrinera El Rodeo, que se encuentra en Alotenango y donde se produce y se procesa el pedrín 3/16, escoria volcánica y el pedrín de 3/8 que se utiliza para las fundiciones en las construcciones; en la arenera el Carmen donde se produce la arena pómez o granza, en la arenera Peña Blanca que produce el polvo de piedra, la Novablock y la Poyatos, las plantas más grandes y con gran capacidad de producción donde se saca la producción de bloques y adoquines. Se realizaron entrevistas a varias personas y se observaron diversos fenómenos que contribuyen a la mala calidad de un producto. Esto fue el resultado de las observaciones:

En la arenera El Carmen se observaron que los tamices por donde se cuela el polvo de piedra están rotos, en los cuales pasará un 10 o 15% del polvo fuera de los límites de las especificaciones, lo cual afecta al producto.

En la arenera Peña Blanca, los tamices ya están muy viejos y desgastados esto hará que se rompan las mallas de los tamices, aunque uno ya está roto es el primero lo que no provoca una gran diferencia pero al caer una piedra más grande en los demás tamices hará que el desgaste sea mucho más rápido. La pedrinera El Rodeo donde se produce la arena volcánica y el pedrín 3/16, para la producción y pedrín para la venta, se observó que los tamices

están desgastados y otros tienen agujeros, que hacen que el producto salga fuera de las especificaciones.

De los agregados que producen, se les hacen estudios dos o tres veces por año, los cuales no pueden ser significativos porque no representan un comportamiento real del producto, porque se hace en intervalos de tiempo muy grandes; entonces no se sabe cómo se comportó el resto del tiempo.

También se pudo observar que cuando los camiones se colocan debajo de las bandas transportadoras nadie revisa si llevan basura o cualquier contaminante no natural, a la hora de que los agregados entran a la planta no se observa si el silo está vacío, si se tiene algún contaminante, ninguna clase de inspección visual, mucho menos que haya un registro de eso.

En todas las plantas de producción no hay un mantenimiento preventivo. Se observó que hacen paros de producción para arreglar el motor de una máquina, lo cual hace perder dinero en tiempo. Por ejemplo en el periodo que se observaron las máquinas se descompuso un motor de la Poyatos, el paro duró día y medio, mientras llegaron los mecánicos y técnicos a repararla.

La principal causa de los defectos es la variación que se presenta en el proceso de fabricación, en las máquinas y métodos de trabajo, condiciones de la materia prima, las características físicas de los trabajadores y su habilidad lo que también afecta la variación de la calidad de los productos. A esto se añade que muchos de los problemas se presentan por errores, por descuidos cometidos, o por desconocimiento de operación de maquinaria por parte de las personas a cargo de su funcionamiento.

Si estas variaciones se reducen, seguramente disminuirán los productos defectuosos. Aunque las causas de la variación en la calidad son innumerables, no toda causa afecta a la calidad en el mismo grado. Hay una gran diferencia entre “suponer” que puede estar causando los defectos y realmente estar seguros de las causas verdaderas.

El proceso de encontrar las causas de los productos defectuosos entre muchos factores se le denomina “diagnóstico de los procesos”. Aunque en algunos casos se utiliza la intuición, que depende de la experiencia, el análisis estadístico es el método que proporciona un medio eficaz para controlar la calidad en los procesos de manufactura.

Actualmente no se tienen registros, formatos o un archivo de las pruebas realizadas, de los ensayos, de las formulaciones o inspecciones que se realicen. Algunos puntos a considerar en la recolección de datos son:

- Determinación de objetivos.
- Alcance de las mediciones.
- Confiabilidad de las mediciones
- Establecer formas apropiadas de recoger datos con la creación de formatos.

Incluso si las muestras se han seleccionado adecuadamente, cualquier conclusión sobre las mediciones y sus resultados serán incorrectos si las mediciones no son confiables. Esto justifica crear una cultura de calidad en los empleados.

Todos los empleados comprenden que es calidad, pero no tienen una cultura de calidad, la cual se debe crear con capacitaciones, sensibilizaciones e inducciones. Tomando en cuenta la opinión de la mano de obra, uno de los engranajes principales que hacen mover el sistema de calidad.

2.4 Productos que se fabrican y descripción del proceso

En la empresa se producen diversidad de productos para la comercialización y utilización como materia prima, los cuales se describen en la siguiente lista:

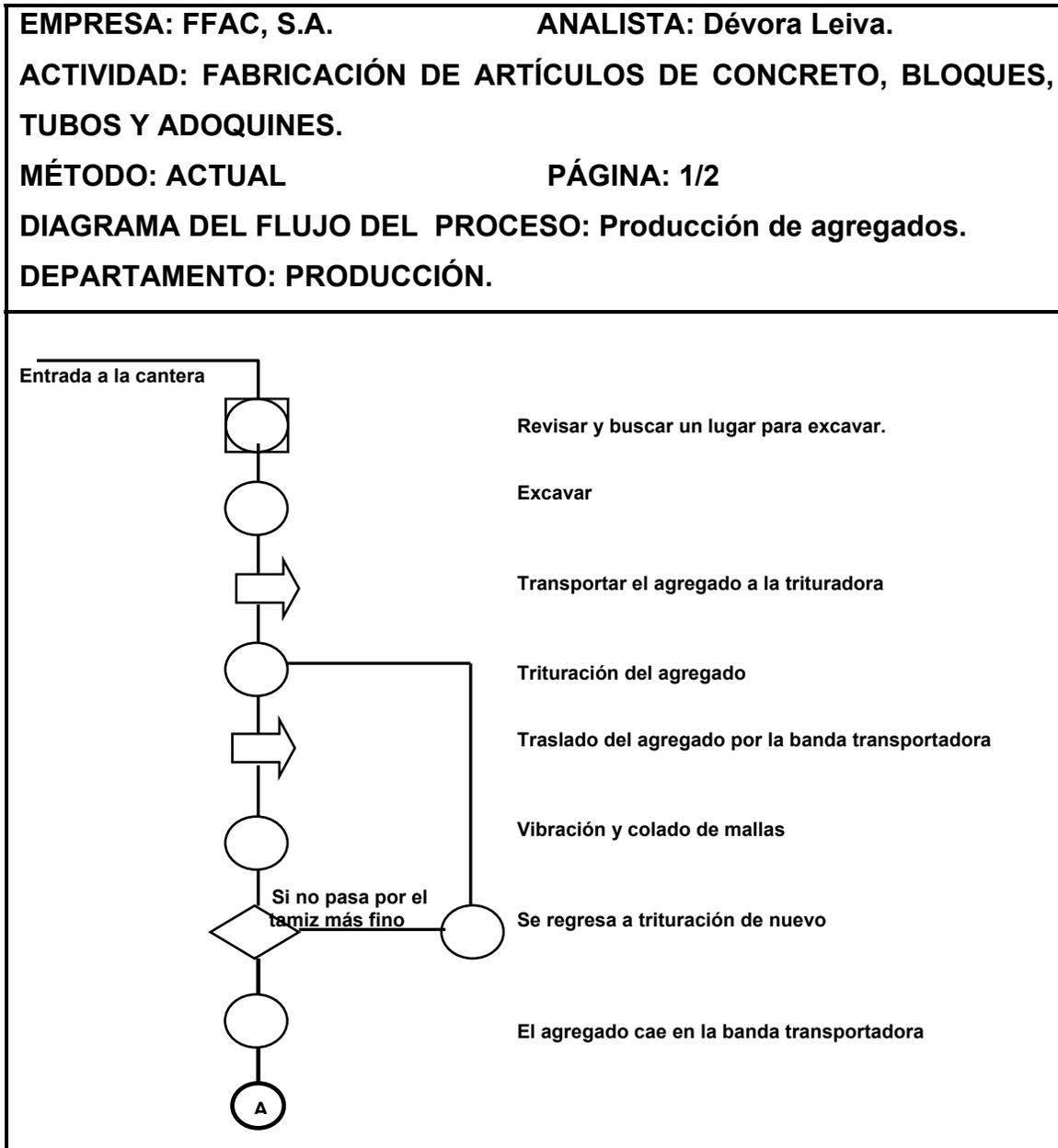
- a. Arena de río y escoria volcánica, la arena es utilizada para fundiciones en construcciones; la escoria es utilizada para la producción de bloques de 70 kg y adoquines. A la otra clase de bloques y tubos se le agrega escoria pero en menor cantidad, por que sus especificaciones mecánicas son de un nivel más bajo.
- b. El polvo de piedra que es utilizado en la producción de bloques de 25 y 35 kg también en toda clase de tubos de concreto.
- c. Piedrín $\frac{3}{16}$, $\frac{3}{8}$ y $\frac{3}{4}$ son producidos en pedrinera El Rodeo, de los cuales el $\frac{3}{16}$ es utilizado para la fabricación de los bloques de 70 Kg.

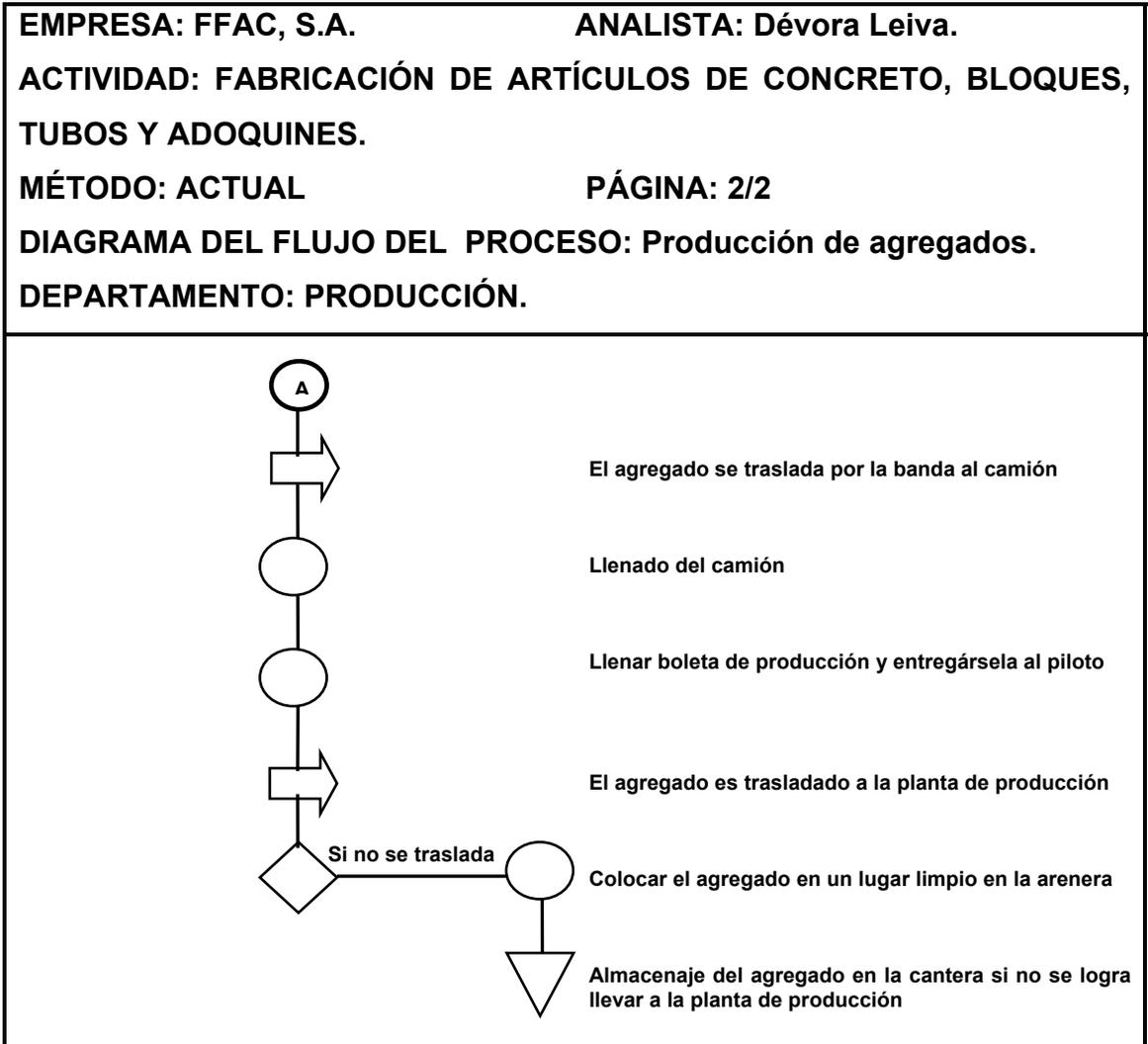
y los adoquines, la otra clase de piedrín es comercializada para la construcción.

- d. La arena pómez o granza es utilizada en la producción de bloques de 25 y 35kg y en la variedad de tubos que se fabrican.
- e. Se fabrican bloques de 25, 35 y 70 kg, de varias medidas como: 15x20x40, 15x10x40, 10x20x40, 20x20x40 y los bloques u.
- f. Se fabrican dos clases de adoquines: de tráfico pesado y tráfico liviano.
- g. Se fabrican los tubos con refuerzo y sin refuerzo y de diferentes diámetros desde 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, y 24 plgs, con los tubos de concreto reforzado con diámetros de 24, 30, 36, 42, 46, 54, 60, 66, 72, 78, 84 y 90 plgs.

A continuación, en la figura 11 se describe un diagrama de flujo donde se describe el proceso de producción desde la materia prima, producto en proceso y producto terminado para los bloques y adoquines.

Figura 11. Flujograma del proceso de producción de agregados





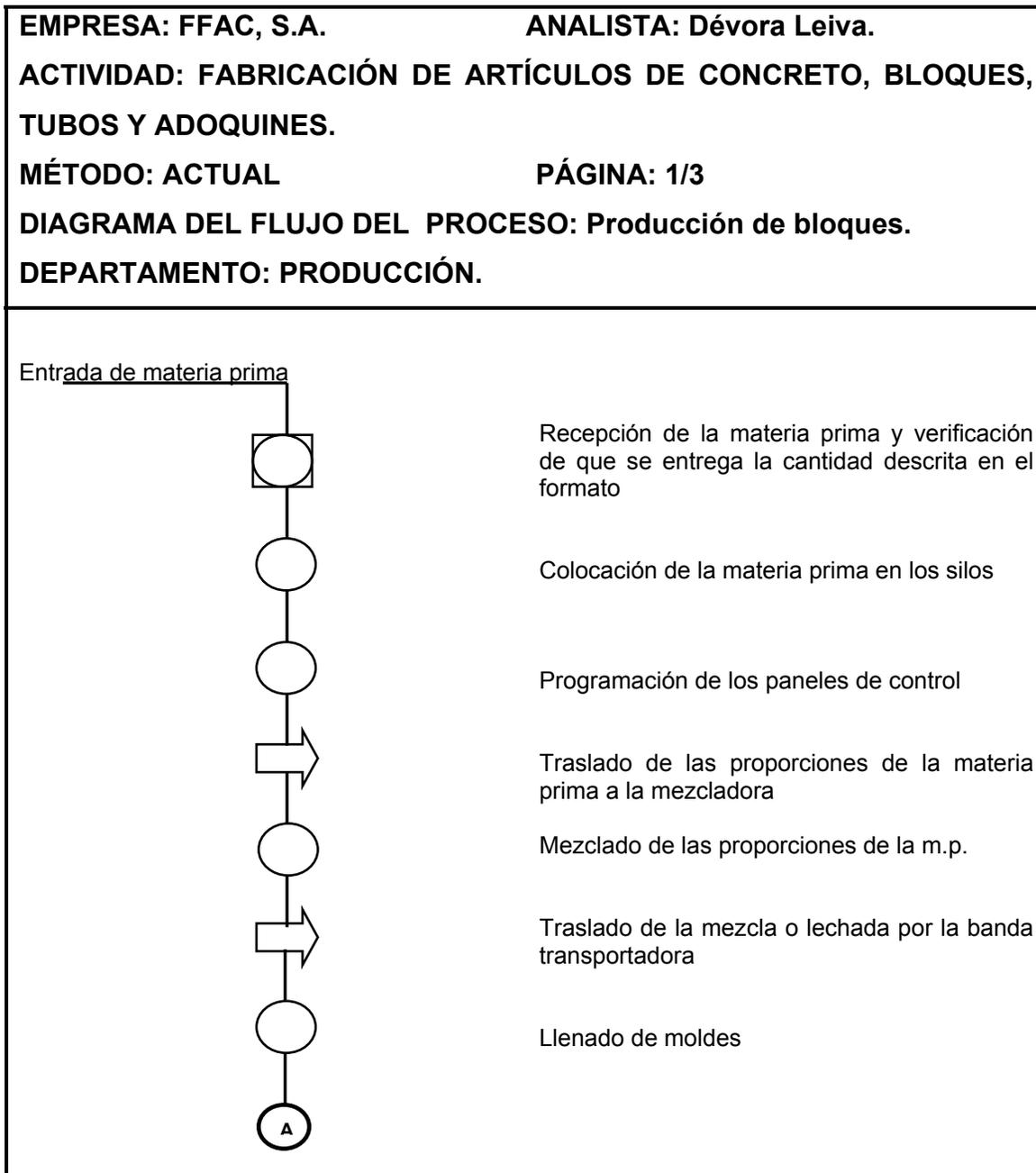
Fuente: Investigación de campo.

Tabla II. Resumen del diagrama del flujo de proceso producción de agregados

	Total
Operaciones	8
Transportes	4
Combinadas	1
Inspecciones	0

Almacenajes	1
Total	14

Figura 12. Diagrama del flujo del proceso en producción de bloques



EMPRESA: FFAC, S.A.

ANALISTA: Dévora Leiva.

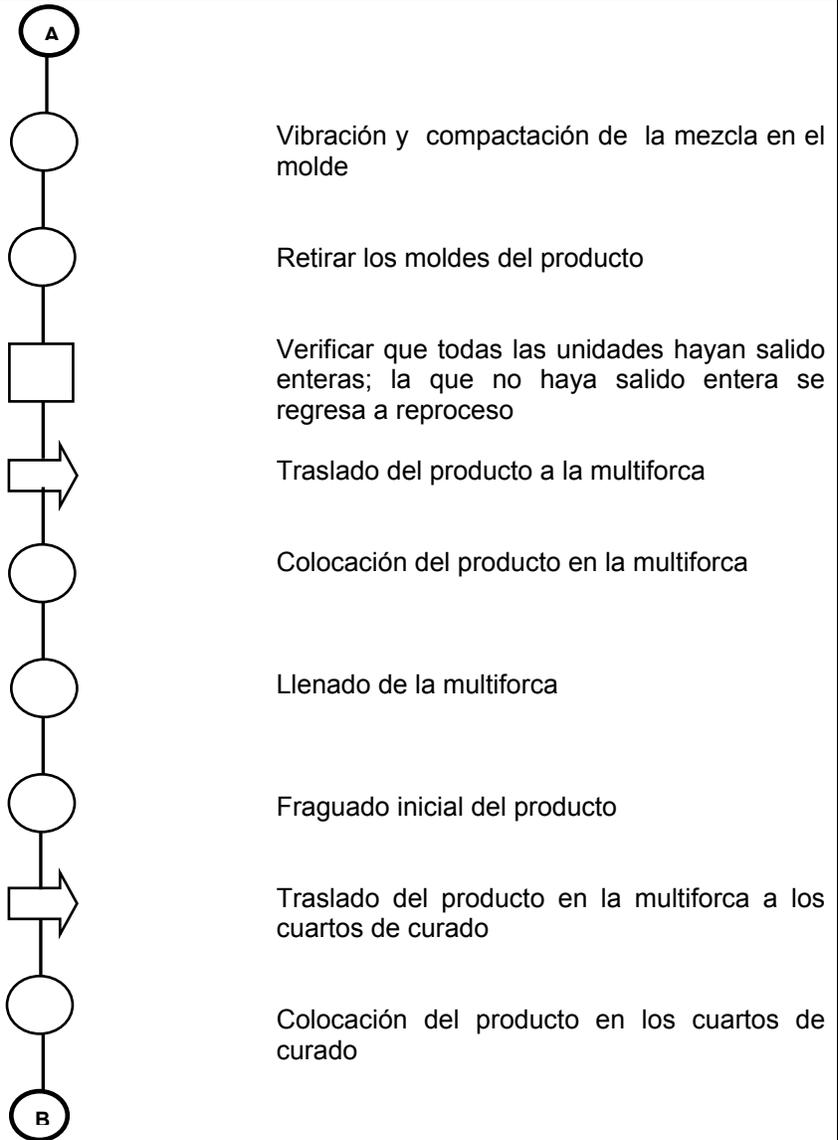
ACTIVIDAD: FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE CONCRETO, BLOQUES, TUBOS Y ADOQUINES.

MÉTODO: ACTUAL

PÁGINA: 2/3

DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO: Producción de bloques.

DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN.



EMPRESA: FFAC, S.A.

ANALISTA: Dévora Leiva.

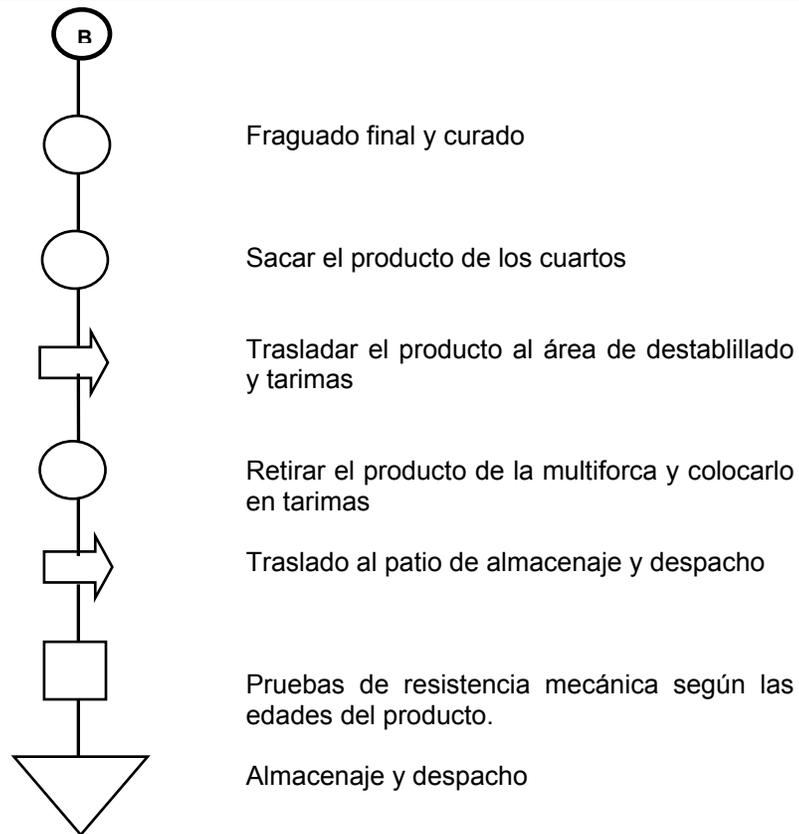
ACTIVIDAD: FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE CONCRETO, BLOQUES, TUBOS Y ADOQUINES.

MÉTODO: ACTUAL

PÁGINA: 3/3

DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO: Producción de bloques.

DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN.



Fuente: Investigación de campo.

Tabla II. Resumen del diagrama del flujo de proceso.

	Total
Operaciones	13
Transportes	06
Combinadas	01
Inspecciones	02
Almacenajes	01
Total	23

El diagrama del flujo del proceso es el mismo para los bloques, adoquines y tubos, lo único que cambia es el molde.

En el diagrama anterior se detectaron los siguientes puntos críticos en el proceso:

- a. Encontrar el lugar para excavar en la cantera: este es un punto crítico porque se tienen que realizar pruebas ya que hay lugares donde hay mucha contaminación natural como lo son las raíces y otros productos orgánicos. Esta contaminación afecta la resistencia mecánica del producto final.
- b. Cuando el producto sale de las mallas o tamices: si las mallas están deterioradas dejan pasar producto fuera de las especificaciones y esto afecta también la resistencia mecánica del producto fina. Esto lo convierte en un punto crítico porque en este hay que ver que la materia prima que salga cumpla con las especificaciones y que no exceda el porcentaje de material fino que se especifica.
- c. El llenado de los camiones: cualquier contaminante natural o no natural que tenga el camión cuando cae la materia prima ya no se puede retirar.

- d. Recepción de la materia prima: se tiene que verificar que la materia prima realmente cumpla con las especificaciones establecidas y no afectar las especificaciones finales del producto. También se tiene que evaluar la humedad de esta para que la lechada no salga sobrecargada de agua porque afecta el moldeo y compactación del producto.
- e. Formulación y proporción de tiempos: este es un punto clave en el proceso, ya que de este depende que el producto cumpla con sus especificaciones finales, porque hay que verificar que las bandas tengan el tiempo correcto para que a la mezcladora llegue la proporción correcta de ingredientes.
- f. Tiempo de fraguado y curado: es un punto crítico por que de este depende que el producto obtenga su máxima resistencia mecánica.
- g. Estudios al producto final: estos ensayos y pruebas son indispensables para corroborar que todo el proceso haya sido realizado eficientemente y verificar que el producto cumpla con sus características mecánicas, medidas y apariencia.

2.5 Contaminación del producto

Se observó la falta de disciplina que tienen algunos operarios a la hora de almorzar o refaccionar, se encontró basura en el área de producción, en el producto, en las palanganas de los camiones que transportan la materia prima y en los depósitos de la materia prima. La ausencia de orden y de una conducta adecuada provoca que el producto final salga contaminado.

La falta de controles en la limpieza de los camiones y de disciplina por parte de algunos empleados hace que el producto final salga contaminado porque los camiones llegan a las areneras y se colocan directamente debajo de la banda transportadora y no revisan si el camión está limpio.

Cuando llegan a la planta de producción voltean la palangana con toda la materia prima en los depósitos, lo cual hace que ya no sea visible la basura que va directamente a las bandas transportadoras que llevan la materia prima a la mezcladora, y en la lechada salen dos unidades contaminadas dependiendo de la cantidad de basura o material orgánico que incluya.

La figura 13 evidencia la contaminación que puede encontrarse en un producto terminado.

Figura 13. Contaminación del producto



2.5 Análisis Foda en FFAC. S. A.

Este análisis se realizó a partir del resultado de las encuestas que se realizaron y cuyos gráficos se pueden observar a partir de la página 14, de entrevistas realizadas en el área administrativa, en el servicio al cliente, ventas y otras con el ingeniero de operaciones, lo que dio el siguiente resultado para las cuales se propone la siguiente tabla de estrategias:

Las estrategias FO (Fortalezas con Oportunidades) usan las fuerzas internas de la empresa para aprovechar la ventaja de las oportunidades externas.

Por regla general, las organizaciones siguen a las estrategias de DO, FA o DA para colocarse en una situación donde puedan aplicar estrategias FO. Cuando una empresa tiene debilidades importantes, luchará por superarlas y convertirlas en fuerzas. Cuando una organización enfrenta amenazas importantes, tratará de evitarlas para concentrarse en las oportunidades.

Por eso, en el desarrollo del capítulo 3 se realiza la implementación del departamento de calidad. Las estrategias DO (Debilidades ante Oportunidades) pretenden superar las debilidades internas aprovechando las oportunidades externas. En ocasiones existen oportunidades externas clave, pero una empresa tiene debilidades internas que le impiden explotar dichas oportunidades

Las estrategias FA (Fortalezas para enfrentar las Amenazas) aprovechan las fuerzas de la empresa para evitar o disminuir las repercusiones de las amenazas externas. Esto no quiere decir que una organización fuerte siempre deba enfrentar las amenazas del entorno externo. Las estrategias DA (Debilidades para resistir a las Amenazas) son tácticas defensivas que pretenden disminuir las debilidades internas y evitar las amenazas del entorno.

Fortalezas:

1. Se cuenta con alta tecnología, lo que hace que su capacidad de producción sea alta, y se pueda cumplir con cualquier clase de pedido.

2. La moral de los empleados es buena todo el personal involucrado es muy colaborador, le gusta participar e involucrarse.
3. La expansión a puntos estratégicos del país.
4. La producción de su propia materia prima.
5. La participación en el mercado nacional va en aumento

Oportunidades:

1. Es una empresa bien identificada con la población chimalteca, también en el centro y sur occidente del país.
2. Que las municipalidades generen proyectos de urbanización como drenajes y adoquinamiento de calles.
3. El crecimiento económico de Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Totonicapán, Quiché, etc.
4. La demanda de productos para la construcción y urbanización va en aumento.
5. Mayor énfasis de los clientes en la calidad de las construcciones.

Debilidades:

1. Falta de una cultura de calidad.
2. No se cuenta con un departamento de control de calidad.
3. No se tienen registros de los ensayos y pruebas que se realizan esporádicamente.
4. Falta de conocimiento de los puntos críticos en los diferentes procesos.

5. Falta de un laboratorio para la realización de ensayos y pruebas a los productos.

Amenazas:

1. La globalización.
2. Los requerimientos del mercado de materiales para la construcción y urbanización, día a día son más rígidos y exactos en las exigencias de resistencia mecánica, medidas exactas y durabilidad de los productos.
3. Las grandes industrias de la construcción que tienen su sede central en la ciudad capital se han dado cuenta del mercado potencial que hay en el interior del país y están creando sucursales en los departamentos del país con mayor potencial económico para la construcción.
4. Aumento de la competencia en el mercado día a día.
5. La recesión económica mundial.

La tabla siguiente contiene una presentación esquemática de una matriz **Foda**. Nótese que la primera, segunda, tercera y cuarta estrategia son: FO, DO, FA y DA, respectivamente.

Tabla III. Matriz de estrategias Foda para FFAC, S.A.

	FUERZAS-F	DEBILIDADES-D
	<p>1. Se cuenta con alta tecnología, que hace que su capacidad de producción sea alta, y se pueda cumplir con cualquier clase de pedido.</p> <p>2. La moral de los empleados es buena Todo el personal involucrado es muy colaborador, les gusta participar e involucrarse.</p> <p>3. La expansión a puntos estratégicos del país.</p> <p>4. La producción de su propia materia prima.</p> <p>5. La participación en el mercado nacional va en aumento.</p>	<p>6. Falta de una cultura de calidad.</p> <p>7. No se cuenta con un departamento de control de calidad</p> <p>8. No se tienen registros de los ensayos y pruebas que se realizan esporádicamente.</p> <p>9. Falta de conocimiento de los puntos críticos en los diferentes procesos.</p> <p>10. Falta de un laboratorio para la realización de ensayos y pruebas a los productos</p>
OPORTUNIDADES-O	ESTRATEGIAS-FO	ESTRATEGIAS-DO
<p>1 Es una empresa bien identificada con la población chimalteca, también en el centro y sur occidente del país.</p> <p>2. Que las municipalidades generen proyectos de urbanización como drenajes y adoquinamiento de calles.</p> <p>3. El crecimiento económico de Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Totonicapán, Quiché, etc.</p> <p>4. La demanda de productos para la construcción y urbanización va en aumento.</p> <p>5. Mayor énfasis de los clientes en la calidad de las construcciones.</p>	<p>1 Construir una planta de producción con la misma capacidad y tecnología en Quetzaltenango y así poder abastecer en el menor tiempo al sur occidente del país. (F3, F4, F5, O1,O3, O4)</p> <p>2 Adquirir bancos y/o canteras de agregados aledaños a la planta de producción. (F4,O3)</p> <p>3 La creación de un laboratorio de ensayos y pruebas de las materias primas, producto en proceso y producto final. (F4, F5, O5).</p> <p>4 Crear un programa de capacitación y entrenamiento y así mejorar las habilidades de los empleados dándoles un</p>	<p>1 Capacitar a los empleados para crearles una cultura de calidad y obtener como beneficio menos desperdicios de los materiales, aumento en las utilidades, mejor uso de los recursos y así dar una imagen y prestigio más sólidos a la empresa. (D1, O4, O5.)</p> <p>2 La implementación de un departamento de control de calidad, que genere registros de los estudios y especificaciones para realizar un producto de mejor calidad que superen las expectativas de los clientes. (D2, D3, D4, O4, O5).</p>

	valor agregado para obtener un producto final de mejor calidad. (F2, O5)	
<p style="text-align: center;">AMENAZAS-A</p> <p>1. La globalización.</p> <p>2. Los requerimientos del mercado de los materiales para la construcción y urbanización, día a día son más rígidos y exactos en las exigencias de resistencia mecánica, medidas y durabilidad de los productos.</p> <p>3. Las grandes empresas de la construcción que tienen su sede central en la ciudad capital se han dado cuenta del mercado potencial que hay en el interior del país y están creando sucursales en los departamentos del país con mayor potencial económico para la construcción.</p> <p>4. La competencia aumento en el mercado día a día.</p> <p>5. La recesión económica mundial</p>	<p style="text-align: center;">ESTRATEGIAS-FA</p> <p>1 Ofrecer un mejor servicio llegar a donde la competencia no llega, cumplir con fechas de entrega porque si se tiene la capacidad para hacerlo. (F1, F3, F5, A1, A3, A4, A5).</p> <p>2 Cumplir con estándares y especificaciones de calidad internacionales. (F5, A2)</p> <p>3 Desarrollar nuevos productos, y estrategias de mercadeo. (F5, A4, A5).</p>	<p style="text-align: center;">ESTRATEGIAS-DA</p> <p>1 Tener en las tiendas variedad y calidad de productos para que los clientes no opten por comprar en otro lado. (D1, D2, A2, A4)</p> <p>2. Desarrollar formulas con las que se obtenga un rendimiento óptimo de sus ingredientes y se logre un producto de mejor calidad al menor precio. (D2, D3,A2,A3, A4).</p>

A partir de la encuesta, las entrevistas y las verificaciones personales también se realizó el diagrama causa efecto de las áreas que intervienen en la calidad: los bancos de producción de agregados que es la materia prima principal que se utiliza en la producción de artículos de concreto, los puntos críticos del proceso y el área de almacenaje de producto terminado.

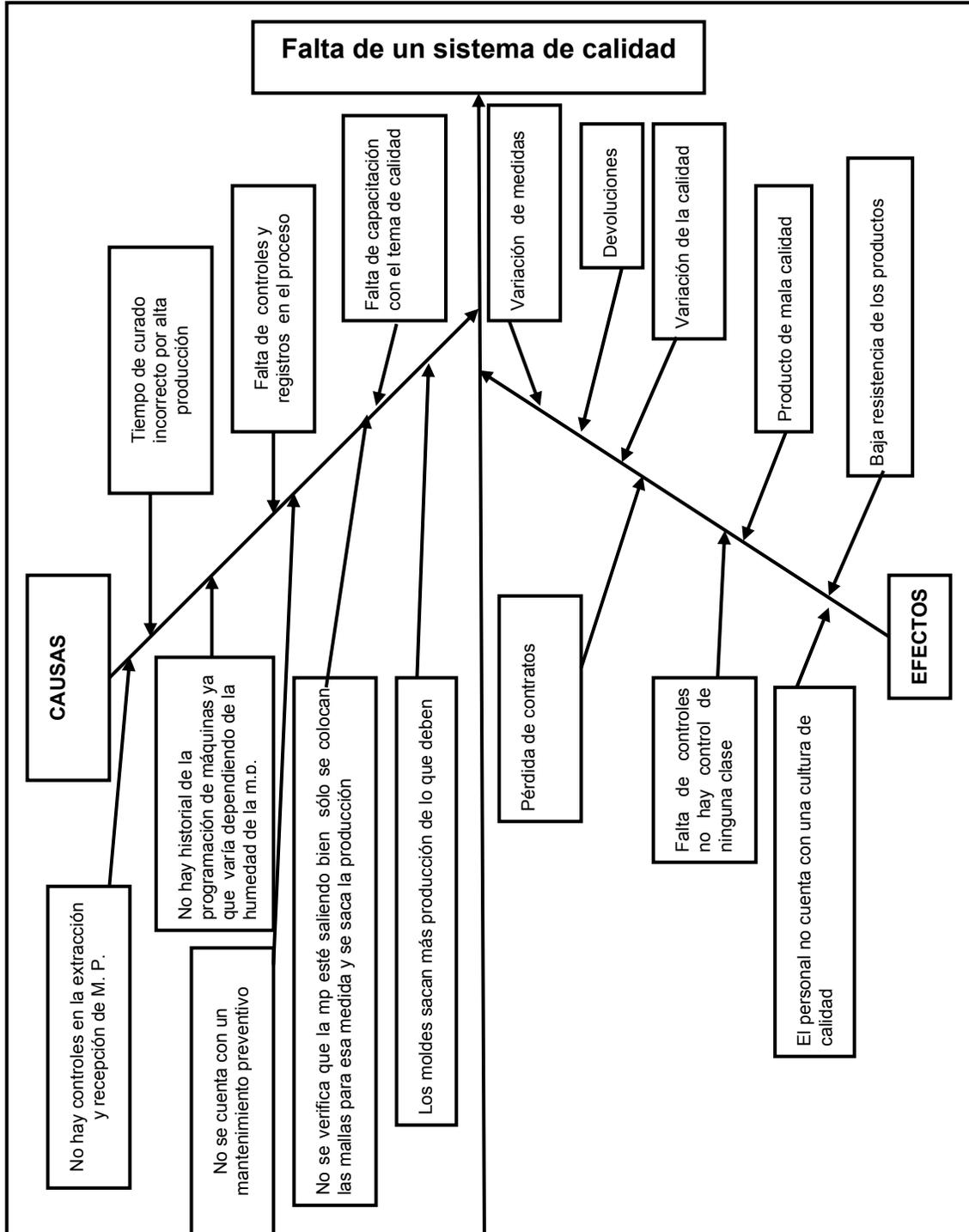
2.6 Diagrama causa – efecto del área de producción en FFAC. S. A.

La causa y el efecto concluyeron con base en las encuestas, las entrevistas y las observaciones en planta realizadas, según se puede observar en el numeral 2 del análisis de la situación actual de la empresa.

El resultado y la utilización de esta herramienta es un diagrama ordenado de posibles causas que contribuyen a un efecto, tomando en cuenta el siguiente orden:

- Identificar el problema.
- Dibujar y marcar las espinas principales.
- Identificar a los candidatos para la causa mas probable

Figura 14. Diagrama causa – efecto



Conclusión del diagrama:

Como cualquier diagrama, este proporciona un conocimiento común de la falta de un sistema de calidad adecuado, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle.

Su utilización ayudó a organizar la búsqueda de las causas como: donde los moldes sacan más de lo que tienen de capacidad, falta de capacitación en el tema de calidad, no se cuenta con un mantenimiento adecuado, no se tienen controles de calidad, en extracción y recepción de la materia prima, no hay un historial en el tiempo de programación de la maquinaria porque esta varía dependiendo de la humedad de la materia prima, de estas causas se obtuvieron respuestas a las preguntas de los efectos en el sistema.

El diagrama causa-efecto proporciona un conocimiento común de un problema complejo; el sistema de calidad utilizado en la empresa no es el correcto. Parte de las estrategias que se tomarán en cuenta se encuentran en la matriz Foda. Como se puede ver la falta de un sistema de calidad da como resultado, una cultura de calidad muy baja, producto final con altas variaciones de calidad. Para lo que se proponen soluciones en el capítulo 3 de este trabajo de grado.

2.8 Análisis del resultado

La necesidad de establecer controles es indispensable y necesaria, ya que una producción independientemente de la clase de producto necesita controles diarios y frecuentes, no ocasionales. Con esto se observa el error hasta que se tienen las pérdidas, de constantes devoluciones de los clientes, las reposiciones de producto que llega dañado por la mala calidad al cliente.

En general las características que deben ser buscadas, tanto por el fabricante como por el comprador, se pueden resumir en la siguiente lista:

- Que cumpla con la resistencia y absorción nominal (la que establece la norma, grado o clase).
- Que se produzcan con una calidad invariable y dimensiones exactas.
- Que el producto fabricado sea secado a un contenido mínimo de humedad.
- Libres de astilladuras y contaminación.
- Impermeabilidad suficiente para que resistan lluvias y que posean la habilidad de secarse rápidamente.

Con estas características y con la ayuda de herramientas de ingeniería utilizada, se pudieron observar los distintos puntos del proceso de producción dónde los problemas que se están dando pueden ser causados en esa parte del proceso si no se implementan controles y registros, para poder establecer el comportamiento del producto en estos puntos claves del proceso.

También se deben implementar pruebas y/o ensayos, como un proceso indispensable en la materia prima hasta el producto terminado. En los bancos de agregados donde se producen las materias primas como el polvo de piedra, la escoria volcánica, arena pómez y piedrín 3/16 se observó donde es necesario crear un control:

- Escoger el lugar adecuado para la extracción de los agregados, ya que hay áreas con mucha contaminación natural y a estos agregados se les da otra clase de proceso, el cual baja el índice de contaminación que trae el agregado.
- El paso del agregado por las mallas de colado. De estas depende que el agregado salga con las medidas que se necesitan dentro de las especificaciones; porque un agregado con medidas fuera de especificación puede alterar la resistencia final del concreto, porque sustancias muy finas pueden bajar las resistencias así como las partículas demasiado gruesas.
- El transporte que utiliza para llevar la materia prima de los bancos a la planta de producción, porque a través de este se puede contaminar la materia prima.

En la planta de producción se realizaron entrevistas, se observó el proceso y se inspeccionó superficialmente el área donde se descarga la materia prima, por lo que a través de esto se estableció dónde se deben implementar cierta clase de controles y realizarse los estudios y pruebas necesarias que den el punto donde se está fallando o que indique porque salió dañado determinado producto:

- En la recepción de la materia prima, se observó que ésta llega contaminada no necesariamente por una contaminación natural. No se realizan las pruebas para determinar si cumple con los límites de las especificaciones normadas, el área de recepción en ciertas ocasiones está contaminada con basura y productos ajenos a los utilizados.

Para saber si la materia prima cumple con las especificaciones deben realizarse las pruebas de sedimentación, peso específico y absorción, peso unitario, determinación de materia orgánica, y el más importante de todo: el análisis de granulometría.

- Los tiempos utilizados en las bandas que llenan la mezcladora para cada bacheada, ya que de este depende la proporción correcta de la fórmula.
- La programación de tiempos utilizados en el panel de control donde se programa el tiempo de vibración, programar un tiempo por un lapso grande provoca mucho reproceso, ya que con más tiempo del estipulado el producto tiende a desmoronarse y al sacarlos de los moldes se desmoronan por lo que no se pierde la mezcla pero si el costo de energía y tiempo.
- En los cuartos de curado controlar el tiempo de fraguado y curado del producto. El tiempo que actualmente se le está dando es muy bajo por la alta producción que se tiene.
- En el área de almacenaje para que la producción más antigua sea la primera en despacharse.

Normalmente las devoluciones que se tienen son de constructoras y municipalidades, quienes son los clientes más exigentes, porque realizan pedidos muy grandes y hace que se fijen más en la calidad del producto.

Como se observa en la siguiente tabla los datos de pérdidas que se obtienen en una devolución de un tráiler de adoquines; los datos que aparecen en la tabla III fueron proporcionados por el departamento de costos de la empresa.

Tabla III. Costos de devolución

Factor	Costo
Cantidad de producto (adoquines)	1 adoquín
Material	Q 1.25
Mano de obra directa	Q 0.12
Mano de obra indirecta (piloto 0.06+ cargadores 0.02)	Q 0.08
Depreciación de transporte	Q 0.02
Depreciación de llantas al recorrer 265 km por adoquín.	Q 0.02
Tiempo perdido	
Gastos administrativos (sueldos, papelería y útiles)	Q 0.05
Combustible	Q 0.27
Producto dañado	

Fuente. Investigación de campo, departamento de contabilidad.

- a. Se pierde Q 1.81 por cada adoquín que regrese totalmente partido o inservible.
- b. Se pierde Q. 0.44 por cada adoquín que regrese en buen estado aunque este vuelva a venderse.

Estas pérdidas que se obtienen por las devoluciones pueden evitarse si se tienen inspecciones y se realizan los estudios correspondientes en los distintos puntos del proceso, donde aplique, o al tener estudios se puede establecer la causa y realizar la mejora para evitar pérdidas innecesarias.

Los beneficios que se deben lograr de los programas de control de calidad son varios, y entre ellos se pueden mencionar:

- Mejoras de diseño: conforme se observaron la clase de errores que se cometían y en dónde estaban, ya se pueden proponer correcciones y mejoras las cuales se evidenciaron conforme se implemente el control de calidad.
- Reducción de costos operativos: en un principio puede haber una inversión necesaria, pero traerá una reducción de costos ya que disminuirá el reproceso, habrá menos producto dañado en el almacenaje del producto final y los reclamos disminuirán.
- Reducción de pérdidas: se puede detectar en qué parte del proceso hay falla y proponer una mejora con su pro y contra, con un análisis económico detallado.
- Mejoramiento de la moral de los trabajadores: a través de las capacitaciones se le hace ver a cada trabajador lo importante que

es en este engranaje y cual es su contribución, con esto se puede aumentar la productividad, el desempeño y mejorar la moral de cada uno de los trabajadores.

- Mejor cumplimiento de la producción: trabajadores con un alto desempeño y productividad, deben tener una buena producción, tomando en cuenta que se les ha proporcionado todos los materiales e insumos indispensables para producción.
- Programas preventivos de manutención: se propone la creación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en la maquinaria.

3. PROPUESTAS Y MEJORAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Dentro de la fabricación de los artículos de concreto se utilizan distintas clases de materias primas (agregados) producidos entre la empresa y proveedores.

Estos agregados sufren varias transformaciones, por lo cual deben ser observados y analizados en sus distintos puntos críticos del proceso, se comenzará a monitorear por medio de pruebas, cuyos resultados deben ser colocados en los formatos o registros correspondientes, (ver pág. 110 a la 117) del las pruebas e inspecciones que se le realicen al producto en distintos puntos del proceso. Estos se les entregaron a los encargados de planta en distintos turnos.

Para evaluar la calidad de los productos de concreto se deben tener varios criterios, algunos de ellos se pueden evaluar a simple vista, pero en otros se requieren ensayos y/o pruebas especiales como apoyo para seleccionar un material adecuado.

Además, hay que agregar algunas características para seleccionar los productos, tomando en cuenta las características existentes: el peso, la resistencia, la permeabilidad y las propiedades acústicas y de aislamiento.

Con los datos obtenidos se tendrá a disposición un registro del comportamiento del producto en puntos clave del proceso (ver Pág. 33), el cual se compara con las normas establecidas aplicables a los procesos como la Coguanor y ASTM.

Para tener el éxito deseado en esta implementación se está capacitando a todo el personal involucrado en la producción de los distintos procesos, se realizará a corto mediano y largo plazo.

3.1 Qué es el departamento de control de calidad

Se propone que el departamento de control de calidad sea para la utilización de técnicas de inspección en producción para evitar la salida de productos defectuosos y satisfacer las necesidades técnicas del producto, para poder ir creando sistemas y procedimientos para evitar que se produzcan bienes defectuosos y así asegurar la satisfacción del cliente, prevenir errores, reducir costos y ser competitivos.

3.2 Sensibilización y capacitación del personal involucrado

Para que la implementación del departamento de control de calidad en la Ferretería y Fábrica de Artículos de Concreto, Sociedad Anónima tenga el éxito deseado, se propone una capacitación del personal, donde se debe crear una cultura de calidad a través de un adecuado adiestramiento, inducción y sensibilización.

Se propone crear una capacitación constante para inculcar en cada persona involucrada la responsabilidad y compromiso con la calidad, que incluya a todos los involucrados en los distintos niveles jerárquicos. Con estas capacitaciones se les da un valor agregado a los productos y servicios, lo cual se refleja en las habilidades que un empleado capacitado muestra a la hora de desempeñar su trabajo de una mejor manera y en el menor tiempo.

También se propone la creación de trifoliales con conceptos y gráficos que ayuden a visualizar de una manera más sencilla la calidad y el compromiso que cada persona tiene como parte de este engranaje que mueve la calidad con el factor humano.

Se comenzó con la capacitación de inducción a la calidad donde se le explico al personal por medio de diapositivas con ayuda de audiovisuales, los conceptos básicos de calidad, el para qué y porqué de la calidad para comenzar a crear una cultura de calidad en cada persona.

La primera capacitación que se les impartió fue de conceptos básicos donde tomaron la idea de cómo colaborar y participar de la calidad, la cual se puede observar en la figura 15.

Figura 15. Capacitación de inducción

FFACSA
Ferretería y Fábrica
Artículos de Concreto, S.A.

<p>NECESIDADES BÁSICAS DE UN BEBE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentación • Vestuario • Vivienda • Salud • Entretenimiento 	<p>NECESIDADES BÁSICAS DE UN NIÑO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentación • Vestuario • Salud • Vivienda • Entretenimiento • Educación
--	---

DIFERENCIA EN LA SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES

<p>BEBE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los padres escogen y deciden que necesitan mas sus hijos. 	<p>NIÑOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los padres cumplen con satisfacer las necesidades de los niños, a diferencia que estos ya escogen las cosas que necesitan
--	---



- ALIMENTOS: Los niños empiezan a tener gustos
- VESTUARIO Color, Moda, Estilo, marca, ETC.
- ENTRETENIMIENTO Juegos modernos.



FFAC S.A. Era una Empresa Pequeña

- Y pertenecía a otra clase de mercado.
- Nuestros clientes eran otros.
- Las exigencias eran menores.

Que era lo que pedían los clientes

- Medidas adecuadas
- Apariencia (no importaba tanto)
- No le ponían tanta atención a la resistencia.



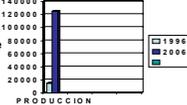
FFAC S.A. A CRECIDO?

Y AHORA ENTRAMOS A UN MERCADO MAS EXIGENTE, Y NUESTROS CLIENTES ESPERAN QUE SUPEREMOS SUS EXPECTATIVAS Y NECESIDADES.



¿Y COMO HA CRECIDO?

- Producción de hace 10 años era de:



- La producción de ahora es de:

¿CUALES SON LAS NUEVAS EXIGENCIAS DE NUESTROS CLIENTES?



- RESISTENCIA
- MEDIDAS
- APARIENCIA
- PESO
- ABSORCION
- CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES

COMO SUPERAMOS LAS EXPECTATIVAS DE UN CLIENTE

- Utilizando buena materia prima.
- Aplicando un buen proceso.
- Haciendo un buen producto
- Trabajando con calidad
- Haciendo bien las cosas
- Cumpliendo con las especificaciones y normas aplicadas a nuestros productos.
- Y AL FINAL OFRECERLE UN PRODUCTO DE CALIDAD

Que defectos tiene actualmente nuestros productos

- MEDIDAS
- APARIENCIA
- COLOR
- RESISTENCIA
- REBABA

¿PORQUE?..... CUAL ES LA CAUSA DEL DEFECTO

- **Medidas:** moldes, mala escala, máquina y tiempo incorrecto de llenado. Etc.
- **Apariencia:** Contaminación del agregado, un agregado fuera de las especificaciones, contaminación en el área de recepción de m. p. mano de obra.
- **Color:** La cantidad y clase de agregado
- **Resistencia:** Agregados fuera de especificaciones, proporción inadecuada de la fórmula, etc.
- **Rebaba:** Cepillo de limpieza en mal estado.

QUE ES CALIDAD?

- En una camisa
- En una comida
- En una medicina
- En un servicio telefónico



Entonces... ¿Qué es la Calidad?...

Calidad : Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.
Es el grado con el cual un producto específico satisface los requerimientos del cliente

- "Satisfacer las necesidades, deseos y expectativas del cliente"

Requisitos: necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

La Calidad no es únicamente producir de acuerdo a las especificaciones técnicas

La Calidad es, cumplir con:

- Tiempos de entrega,
- Condiciones de entrega,
- Cantidad entregada,
- Servicio y atención,
- Otros.

Calidad de los productos de FFAC S. A.

¿Qué necesidades y expectativas satisfacen nuestros productos?

- VIVIENDA
- URBANIZACION
- HIGIENE

QUE ES CALIDAD EN NUESTROS PRODUCTOS

- BLOCK:
- ADOQUIN:
- TUBOS:



QUE FACTORES INFLUYEN EN LA CALIDAD

- FACTOR HUMANO
Mano de obra
- FACTOR TECNOLOGIA:
Materia prima, Moldes, Maquinaria



¿Cómo se construye la Calidad?

La Calidad es responsabilidad de TODOS

- No es sólo de Control de la calidad.
- Todos los departamentos de la organización: compras, ventas, gerencias, producción, bodegas, mantenimiento, control de la calidad y otros.

Y COMO COLABORO YO CON LA CALIDAD?



- Orden y Limpieza
- Disciplina
- Productividad
- Seguridad
- Medio Ambiente
- Llenando Formatos si tengo que hacerlo



- Hacer las cosas bien todo el tiempo
- Trabajar en equipo
- Preguntar si se tiene dudas
- Sugerir mejoras en todos los aspectos



Un compromiso de TODOS, con la Calidad, la Productividad y la Mejora Continua

¿Eficiencia y productividad?



¿Eficacia?



- **QUE ES PRODUCTIVIDAD:?**
es, sobre todo, una **actitud** de la mente. Ella busca mejorar continuamente todo lo que existe. Está basada en la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer y mejor mañana que hoy.
- **QUE ES EFICIENCIA?**
Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles
- **QUE ES EFICACIA?**
Capacidad para obrar o para conseguir un resultado determinado.

¡¡ Ustedes deciden !!!



¡¡ Ustedes deciden !!!



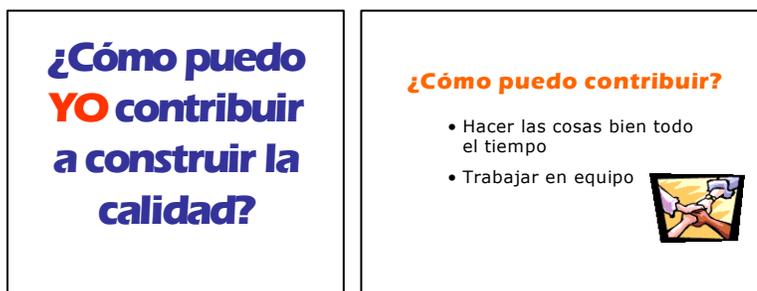
La capacitación implica la transmisión de conocimientos específicos relativos al trabajo, actitudes (como la resistencia al cambio) frente a aspectos de la empresa, de la tarea, del ambiente, y desarrollo de habilidades. Cualquier tarea, ya sea compleja o sencilla, implica necesariamente estos tres aspectos.

3.2.1 Importancia de la sensibilización

Como se observa la capacitación tiene incidencia en varios aspectos como por ejemplo la productividad, ya que se observó que hay una alta producción pero la entrada de materia prima es más grande que la de producto terminado, lo cual es un indicativo de que la productividad es baja. Ver diagrama causa- efecto en la página 51.

Con la sensibilización, se recordar al personal el valor que tiene su colaboración con el control de calidad, el orden y disciplina. Por lo que se propone la colocación de carteles en lugares visibles con los siguientes conceptos:

- Como contribuir con la calidad:



- Yo apoyo la Calidad
- La calidad me ayuda a Mí y a la Empresa

Un lugar visible puede ser en: los paneles de control donde entran varios operarios, en el comedor, el baño, en las entradas y salidas de cada planta, en las máquinas, en las entradas a las oficinas, también en las plantas de producción de materia prima, en los camiones que sean de la empresa, etc. De la siguiente manera como se observa el rotulo en la figura 16.

Figura 16. Sensibilización del personal



La calidad como se observa en el análisis de la situación en el capítulo dos en el punto dos punto seis análisis FODA, no cuenta con técnicas de inspección en producción para evitar la salida de bienes defectuosos. Estas técnicas se establecen y se capacita al personal involucrado para que sean realizadas correctamente. El programa de capacitación y desarrollo propiamente diseñado e implantado, también contribuye a elevar la calidad de la producción de la fuerza de trabajo.

Cuando los trabajadores están mejor informados acerca de los deberes y responsabilidades de sus trabajos, cuando tienen los conocimientos y habilidades labores necesarios, son menos propensos a cometer errores costosos en el trabajo. La capacitación genera un cambio de actitud, tanto para sus relaciones personales como laborales, además, mejora su grado de motivación, de seguridad en sí mismo, el nivel de autoestima, etc.

Entre los objetivos que busca la capacitación y sensibilización del personal involucrado se pueden describir los siguientes:

- a. Crear una cultura de calidad para que cualquier resultado obtenido de una medición o ensayo sea confiable.
- b. Preparar al personal para la ejecución inmediata de las diversas tareas del cargo.
- c. Proporcionar oportunidades para el desarrollo personal continuo, no solo en su cargo actual, sino también en otras funciones en las cuales puede ser considerada la persona.

- d. Cambiar la actitud de las personas, bien sea para crear un clima más satisfactorio entre los empleados, aumentar su motivación o hacerlos más receptivos a las técnicas de supervisión y gerencia.
- e. Proporcionar a la empresa recursos humanos altamente calificados en términos de conocimiento, habilidades y actitudes para un mejor desempeño de su trabajo.
- f. Desarrollar el sentido de responsabilidad hacia la empresa a través de una mayor competitividad y conocimientos apropiados.
- g. Mantener a los empleados permanentemente actualizados frente a los cambios científicos y tecnológicos que se generen proporcionándoles información sobre la aplicación de nueva tecnología.
- h. Lograr cambios en su comportamiento con el propósito de mejorar las relaciones interpersonales entre todos los miembros de la empresa.

3.2.2 Tipos de capacitación que se impartirán

Se impartió una capacitación de introducción a Control de calidad para crear una cultura de calidad en el empleado, la descripción de esta capacitación se encuentra en la página 31 se propone que el ingeniero de operaciones y/o el gerente de calidad con ayuda del encargado de calidad, tengan una planificación de capacitaciones constantes para las cuales se pueden ayudar del Intecap y Cementos Progreso, entidades especializadas en capacitaciones tanto prácticas como teóricas, si el factor tiempo no les ayuda.

Las capacitaciones que se impartieron fueron prácticas y teóricas. Las teóricas se imparten a través de charlas con ayuda de audiovisuales y presentación de diapositivas. También, se colocaron carteles para incentivar y sensibilizar a los trabajadores en cada una de sus áreas. La práctica se hizo con personas que tendrán que sacar las muestras de los bancos para que ellos tengan la idea de cómo sacar una muestra.

3.3 Implementación del departamento de control de calidad

Para que esta implementación tenga el éxito deseado se debe establecer lo siguiente:

Meta: lograr la implementación total del departamento de control de calidad, para obtener un producto final de alta calidad que supere las expectativas de los clientes.

Objetivo: ofrecer soluciones confiables en los factores que afectan la calidad de los productos tanto tecnológicos (máquinas, materiales, procesos, etc.) como humanos (falta de atención, cansancio, falta de información, etc.)

La implementación se realiza estableciendo metas, objetivos de calidad, para determinar y establecer los procedimientos que la calidad requiere para controlar el producto en cada uno de los distintos procesos, incluyendo lo

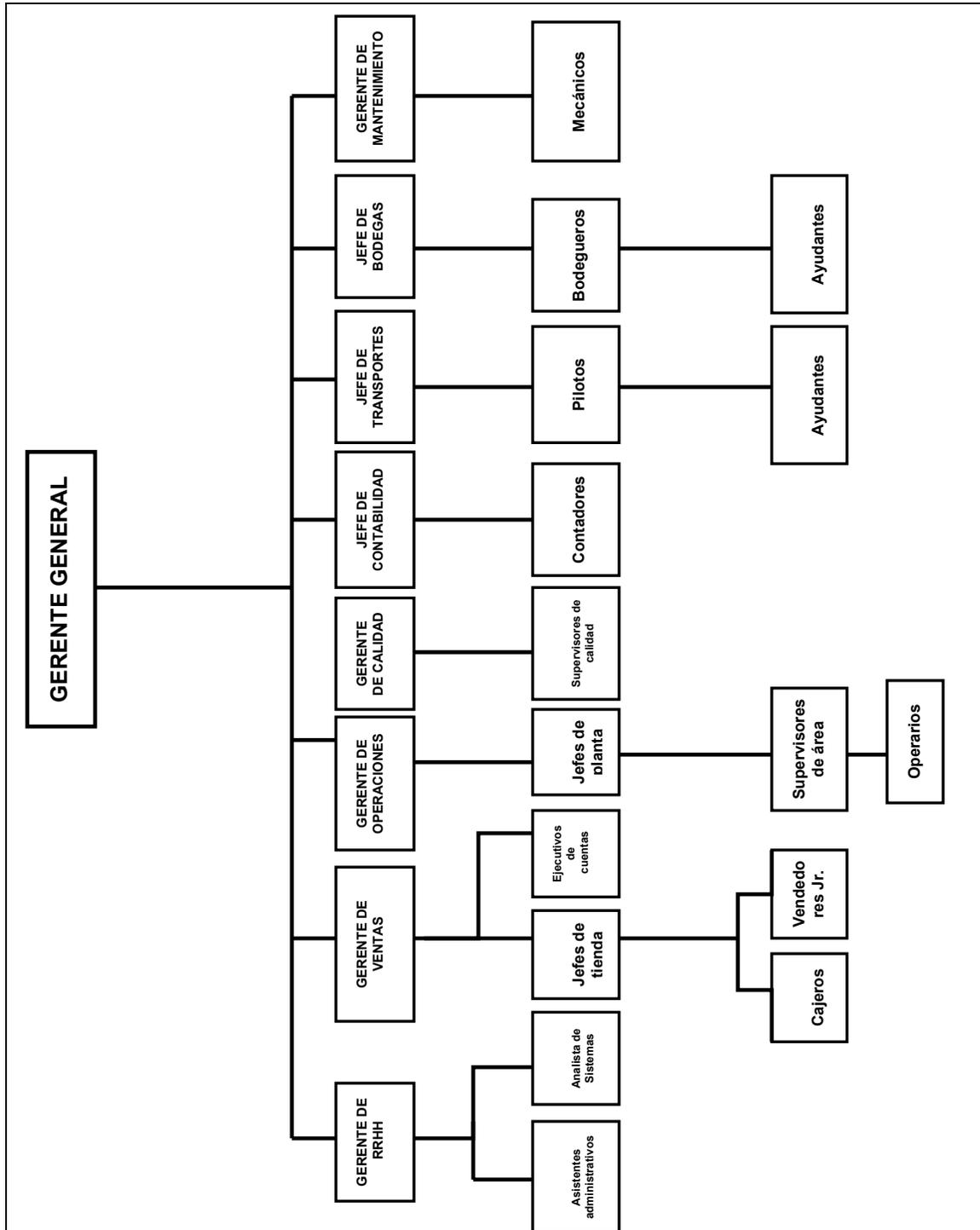
necesario para asegurar la confiabilidad y satisfacción total de las exigencias de los clientes.

Se propone la asignación de un gerente de control de calidad y/o un encargado, pues si no existe este puesto no se puede hablar de una implementación normal del departamento de control de calidad y de quién se esperen resultados significativos.

Para una fábrica como FFAC. S.A., que cuenta con maquinaria de gran capacidad, es necesario que la persona asignada sea independiente del personal de producción, ya que cualquier criterio y/o procedimiento aplicado estarían relacionados con la conveniencia del departamento.

Además se debe contar con un organigrama donde quede establecida la posición de la persona o personal de calidad. En estos casos se propone depender directamente de la dirección o gerencia de la empresa y como la estructura actual indica como están las líneas de mando. Se propone la siguiente organización del departamento de control de calidad, la cual se puede observar en la figura 17.

Figura 17. Propuesta de la estructura organizacional



El puesto de gerente debe tener la siguiente descripción y competencias:

1. Debe ser ingeniero industrial y/o civil
2. Ser una persona proactiva
3. Ser responsable
4. Tener capacidad de crear soluciones viables y óptimas a distintos problemas relacionadas con el producto.
5. Debe ser creativo y dinámico

El gerente debe tener las siguientes responsabilidades y funciones:

- Determinar la frecuencia de los ensayos y/o pruebas.
- Realizar un análisis económico detallado de cada evaluación y de las ventajas obtenidas al implementarlas.
- Analizar los resultados para detectar fallas y sus posibles soluciones.
- Llevar los registros de las observaciones y resultados.
- Reportar los resultados a su jefe inmediato, junto a las observaciones y sugerencias.
- Sugerir modificaciones de proporciones cemento / agregados, con miras a mejorar el producto actual.
- Mantener comunicación con el personal que esté involucrado con procedimientos que repercutan en la calidad.

Los supervisores deben tener las siguientes responsabilidades y funciones:

- Realizar las pruebas y ensayos correctamente
- Realizar conclusiones de los resultados
- Observar de 7 a 10 veces los procesos de producción y verificar que se este cumpliendo con las especificaciones
- Informar cualquier irregularidad que observe o que se presente.

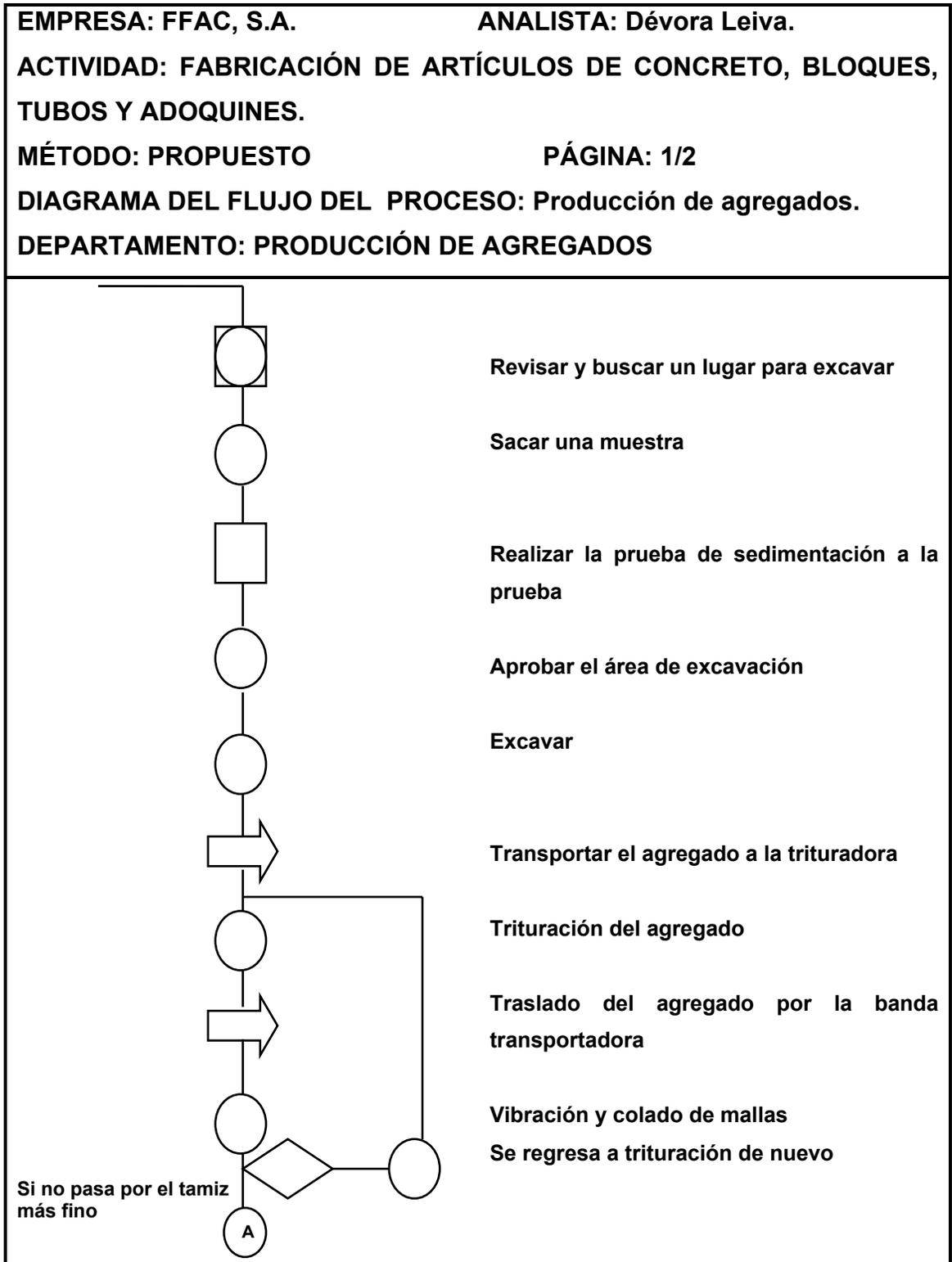
3.3.1 Implementación de controles

Una de las principales funciones del gerente de calidad es llevar los registros de las observaciones y los resultados, para esto se propone la utilización de los formatos (ver pág. 110) correspondientes de cada prueba realizada y cada proceso del producto, y con estos establecer comportamientos a través de gráficos y estadísticas del comportamiento de los involucrados.

Se propone la inspección de los puntos críticos del proceso (véase pág. 33) donde queden registros de las pruebas o ensayos realizados y observaciones de las inspecciones hechas. Estas deben quedar registradas en los formatos de inspección y ensayos

Se debe corregir o prevenir acciones que afecten la calidad desde la materia prima hasta el producto final. Para esto es importante tener claros los conceptos de calidad que son la base del trabajo del gerente de calidad. Por lo que se proponen inspecciones, que se detallan en los siguientes diagramas de flujo del proceso de la figura 18.

Figura 18. Diagrama del flujo del proceso en producción de agregados



EMPRESA: FFAC, S.A.

ANALISTA: Dévora Leiva.

ACTIVIDAD: FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE CONCRETO, BLOQUES, TUBOS Y ADOQUINES.

MÉTODO: PROPUESTO

PÁGINA: 2/2

DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO: Producción de agregados.

DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN DE AGREGADOS

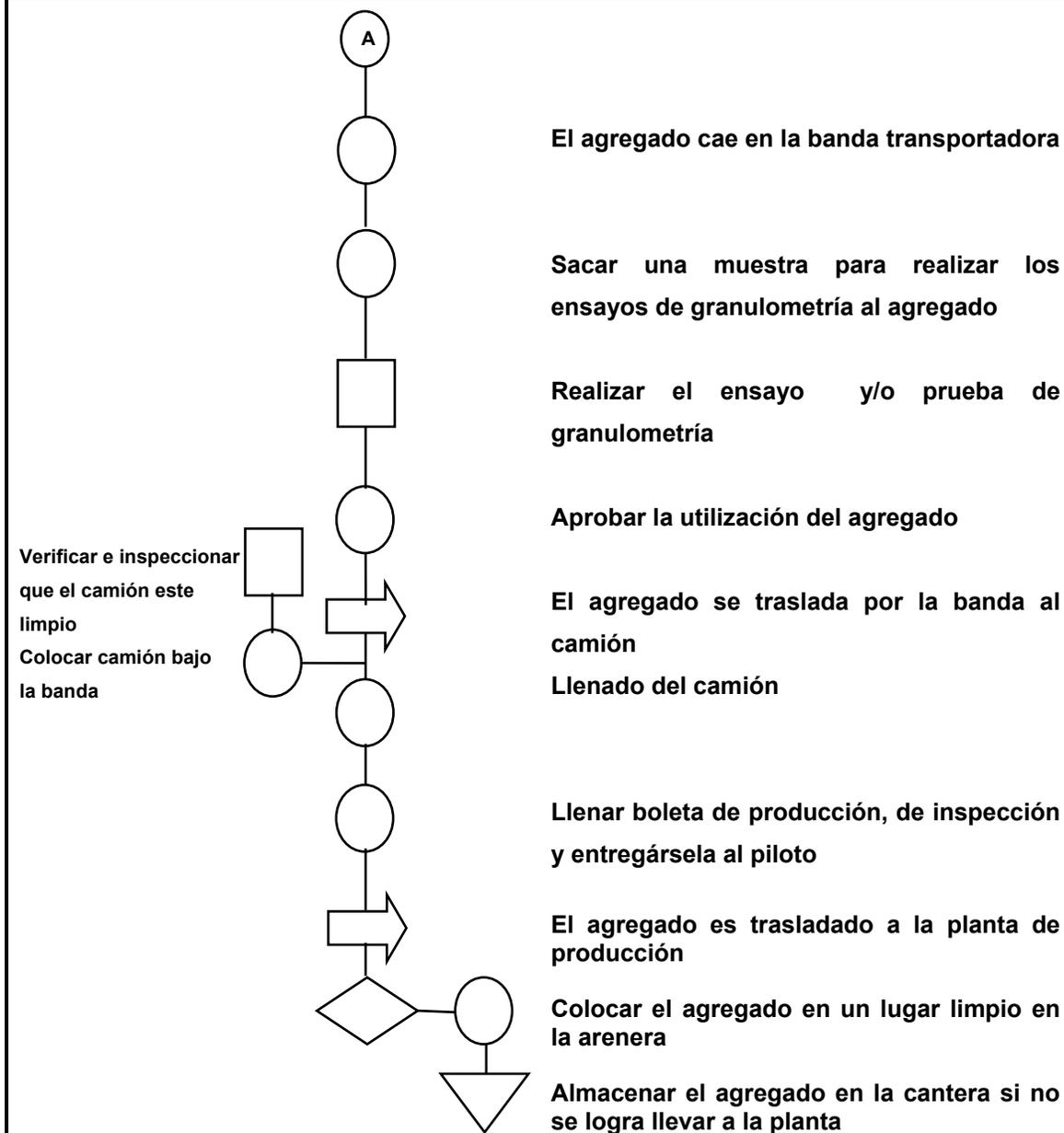
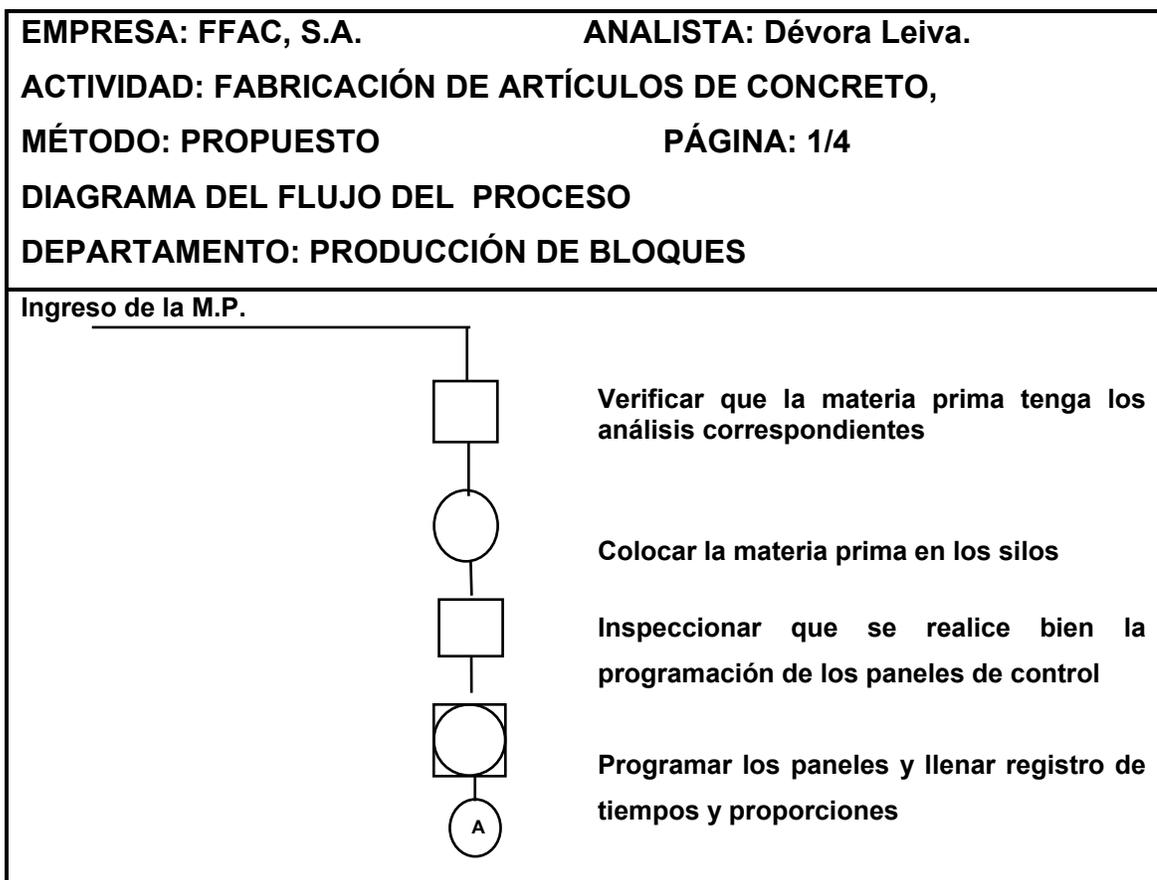


Tabla VI. Tabla resumen del diagrama, método propuesto

ACTIVIDADES	TOTAL
Operaciones	13
Transportes	4
Combinadas	1
Inspecciones	3
Almacenajes	1
Decisiones	2
TOTAL	244

Figura 19. Diagrama del flujo del proceso de producción de bloques



EMPRESA: FFAC, S.A.

ANALISTA: Dévora Leiva.

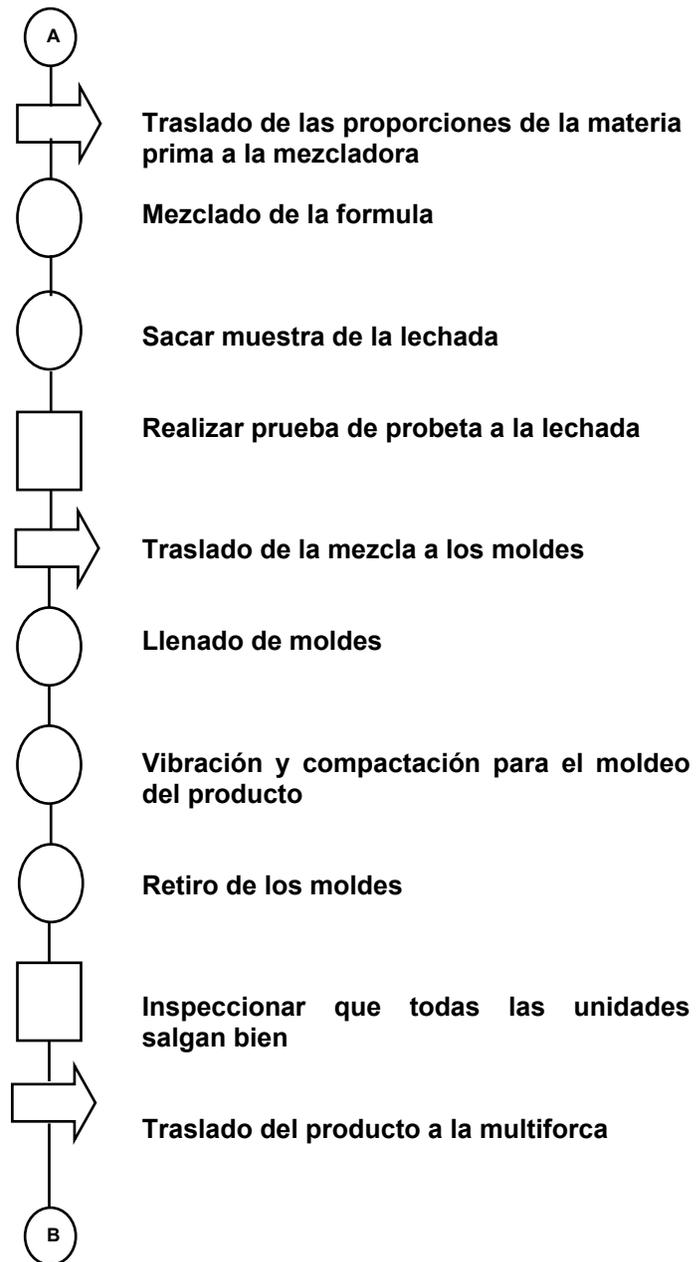
ACTIVIDAD: FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE CONCRETO,

MÉTODO: PROPUESTO

PÁGINA: 2/4

DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO

DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN DE BLOQUES



EMPRESA: FFAC, S.A.

ANALISTA: Dévora Leiva.

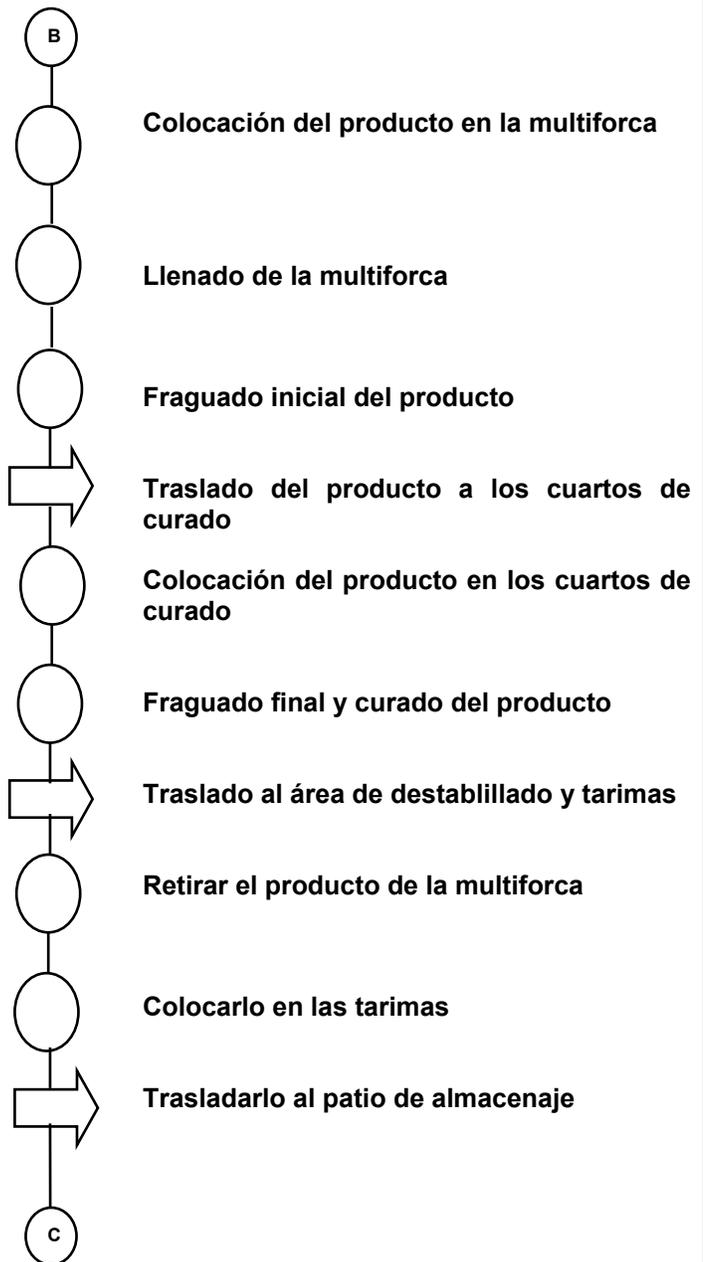
ACTIVIDAD: FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE CONCRETO,

MÉTODO: PROPUESTO

PÁGINA: 3/4

DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO

DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN DE BLOQUES



EMPRESA: FFAC, S.A.

ANALISTA: Dévora Leiva.

ACTIVIDAD: FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE CONCRETO,

MÉTODO: PROPUESTO

PÁGINA: 4/4

DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO

DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN DE BLOQUES

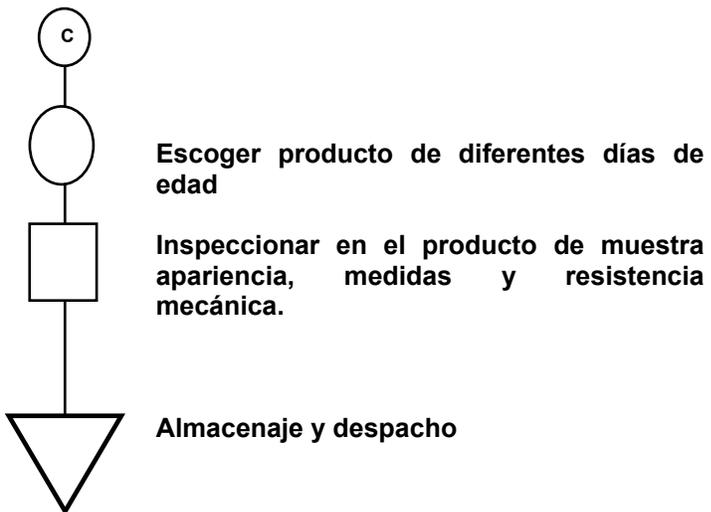


Tabla VII. Tabla resumen del diagrama

ACTIVIDADES	TOTAL
OPERACIONES	14
TRANSPORTES	6
COMBINADAS	1
INSPECCIONES	5
ALMACENAJES	1
TOTAL	27

3.3.1.1 Control de calidad de los agregados

Para implementar el control de calidad se propone la realización de pruebas y/o ensayos de los agregados que son la materia prima principal de los productos de concreto, por medio de muestras que se sacan de los bancos, estas pruebas se pueden realizar como se describirá en los siguientes numerales.

Las especificaciones para cada uno de las materias primas de los artículos de concreto, dan los requisitos detallados para los límites de aceptabilidad, agregándole a ello criterios aplicados por personal con experiencia que este involucrado en el proceso de elaboración. Estas especificaciones deben tomarse de las normas ASTM y Coguanor.

Se sacaron las primeras muestras de los bancos, que se llevaron al laboratorio y a estas se les hicieron los análisis correspondientes en el laboratorio de cementos progreso cuyos resultados están en el numeral 3.1.2.6 de este capítulo.

3.3.1.1.1 Tipos de agregados

Para la selección de la materia prima se propone controlar y registrar la procedencia, calidad y cantidad de los materiales, para garantizar la uniformidad de sus características y como consecuencia la del producto.

Los agregados que utiliza FFAC, S.A. se clasifican en finos y gruesos, y estos a su vez en:

1. Naturales: son las gravas y arenas del fondo de las orillas de los ríos y quebradas.
2. Artificiales: son las arenas extraídas de las canteras o minas y se preparan por trituración de roca.

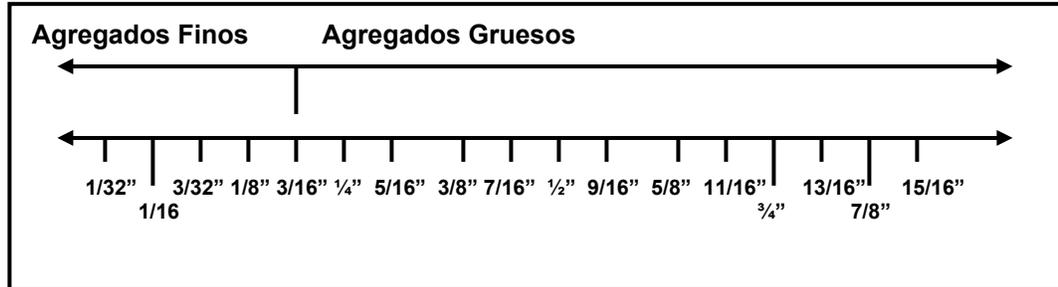
Se propone estudiar los agregados que se utilizaron, tomando como base las especificaciones de las siguientes normas Coguanor NG041007 y ASTM –C 33.

Coguanor: Comisión Guatemalteca de Normas.

ASTM: *American Society for Testing and Materials*.

Se propone usar la tabla que se observa en la figura 20 para establecer la finura del agregado a través de esta escala dependiendo de su uso y del producto en que se utilizará, las medidas que se detallan son las de los tamices por los que deben pasar. Se puede observar las diferentes finuras de los agregados

Figura 20. Finuras de agregados



En la figura 21 se observa el agregado grueso, el pedrín 3/16 y el agregado fino, el polvo de piedra, escoria volcánica o arena volcánica, para los que debe utilizarse la tabla anterior. A la izquierda se puede observar el pedrín 3/16 que es el agregado grueso y a la derecha la grava o arena pómez

Figura 21. Depósitos de agregados en planta de producción



Se propone seguir utilizando la misma calidad y clase de agregados que se ha utilizado hasta ahora, pero deben cumplir con las especificaciones de tamaño y finura al realizarse los estudios y ensayos correspondientes a cada uno de estos, para que cumplan con las especificaciones de las normas ASTM que aplican al proceso de producción.

3.3.1.1.2 Contaminación de los agregados

Para evitar la contaminación que no sea natural, se propone la colocación de rótulos en los depósitos de los agregados en la planta de producción y la inspección del transporte de los agregados tanto en los bancos como en la recepción.

Para que los agregados contribuyan a una buena resistencia, es necesario que estos no contengan limo orgánico en exceso, tierra o contaminación así como raíces de árboles, restos de madera, basura, etc. El limo orgánico es una contaminación natural que en cierto porcentaje puede crear una ligadura o amarre para obtener mayor resistencia, pero no debe sobrepasar el 7% de su peso en arenas y el 2% de su peso en el pedrín.

Una prueba bastante utilizada para saber si el material o el banco de materiales en los bancos o pedrineras, están lo suficientemente limpias o apropiadas para ser usada es la prueba de sedimentación.

Se propone la realización de esta prueba como se detalla en la figura 22. En está el limo y la arcilla en una cantidad aceptable pueden hacer una buena liga o amarre en la mezcla según la norma ASTM C – 33, siempre y cuando no sobrepasen los límites de las especificaciones.

El valor máximo de arcilla no debe exceder los 3 Mm. de espesor. Para realizar esta prueba se colocan 3 cm del agregado que se estudiarán y 5 cm de agua en una probeta o en un frasco de vidrio, se agita y luego se deja reposar por tres horas para observar el comportamiento del agregado.

Un método bastante utilizado para saber si el material o el banco de agregados en las pedrineras están lo suficientemente limpias o apropiadas para utilizarse, y como se observa en la figura 22 este material se separa y se hace muy notable a la vista, donde más se nota es en los agregados finos, donde este material fino sube a la superficie y todo el agregado grueso baja al fondo.

Figura 22. Prueba de sedimentación



3.3.1.1.3 Estudios en los bancos de agregados

Se propone la realización de estudios, pruebas y/o ensayos de las muestras con las que se propone el siguiente procedimiento para sacarla, por lo que se debe excavar un agujero en el apilamiento o banco para llegar a una región no alterada del agregado, sosteniendo con una tabla la parte superior del agujero para prevenir la caída de agregados, se extrae la muestra con un cucharón y se coloca en una bolsa hermética para su traslado.

Esto se repite en varios puntos alrededor del banco para obtener una muestra representativa. Este debe realizarse un día antes de la extracción.

3.3.1.1.4 Normas utilizadas y absorción en agregados finos y gruesos

Se propone utilizar las especificaciones de las normas empleadas para los agregados que están en las normas inglesas ASTM, por lo que en la tabla VIII se describe su aplicación y objetivo:

Tabla VIII. Descripción de las normas utilizadas ASTM

NORMA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO
ASTM D-75	Muestreo de los agregados	Indicar la forma correcta de la toma de una muestra para no alterar los resultados.
ASTM C – 702	Método de cuarteo y tamaño de la muestra.	Determinar el tamaño y el cuarteo de la muestra para tener un estudio confiable.
ASTM C – 127 C- 128	Peso específico y absorción del agregado.	Controlar el contenido neto de agua y corregir los pesos acumulados del concreto, los cuales influyen directamente sobre el peso y la dureza del producto.
ASTM C - 29	Peso unitario y los vacíos en el agregado	Mejorar la formulación de las mezclas para obtener un máximo rendimiento,
ASTM C -	Análisis granulométrico de	Obtener la máxima resistencia

36	agregados finos y gruesos	a compresión, tracción, desgaste, compacidad, impermeabilidad y modulo de elasticidad en el producto terminado y el producto fresco una mejor consistencia y segregación.
ASTM C - 40	Materia orgánica en los agregados	Obtener la máxima resistencia y durabilidad en el fraguado
ASTM C- 117	Material fino que pasa por el tamiz 200	Controlar el material fino para obtener máxima resistencia.
ASTM c - 142	Terrones de arcilla y partículas friables en los agregados.	Controlar que los agregados no se alteren en el transporte
ASTM C - 33	Sustancias deletéreas en el agregado.	Controlar cualquier partícula ajena al agregado.

Fuente: Normas inglesas ASTM

3.3.1.1.4.1 Peso unitario y los vacíos en los agregados

El peso unitario, el peso específico aparente y los vacíos en los agregados son factores importantes en el cálculo de diseño de mezclas de concreto para sacar el máximo rendimiento de la materia prima.

La formulación es un paso demasiado importante en la producción de artículos de concreto por eso este método cubre la determinación del peso unitario en una condición suelta o compacta, y calcula el porcentaje de vacíos entre las partículas de agregados finos, gruesos o mixtos.

Se propone utilizar el contenido de vacíos como un indicador de la eficiencia de la graduación, ya que en gran medida el porcentaje de vacíos esta controlado por la graduación, textura y forma de las partículas.

3.3.1.1.4.2 Partículas planas y alargadas en los agregados gruesos

Se propone la realización de la prueba de partículas planas y alargadas en los agregados gruesos, ya que con este método o prueba en los agregados se pretende cubrir la determinación de los índices de alargamiento y aplanamiento, ya que estos ayudan a garantizar características en materiales usados en capas granulares y concreto.

Estas partículas en un porcentaje alto dañan la resistencia del producto final. El porcentaje que lleva el agregado se debe determinar a través de la prueba de granulometría como se detalla en el flujo grama de la página 84.

Una partícula de estas hace que la resistencia del producto final baje por lo que el alargamiento de una fracción de agregado es el porcentaje en peso de las partículas que lo forman cuya dimensión máxima no se aceptará mayor a $9/5$ de la medida promedio de la fracción, o del ancho de la pared del producto. En el agregado grueso se acepta una medida mínima inferior a $3/5$ de la medida promedio de la fracción de la pared del producto.

3.3.1.1.4.3 Materia orgánica en los agregados

La materia orgánica en los agregados es una contaminación natural, para lo que se propone efectuar la prueba para determinar la cantidad de contaminación natural que esta presente en los agregados, especialmente en los finos.

Esta clase de contaminación consiste en tejidos animales y vegetales (raíces de árboles podridas, restos de animales, etc.) que están formados principalmente por carbono, nitrógeno y agua. Al encontrarse en grandes cantidades, dañará las principales propiedades del concreto como: el fraguado, resistencia y durabilidad.

Para su determinación se propone utilizar la prueba colorimétrica, la cual se debe realizar en agua con una plantilla de patrones de color que indica la cantidad de materia orgánica presente. Este método cubre la determinación de la materia orgánica que se presenta en los agregados, especialmente en los finos.

3.3.1.1.4 Estudios en los agregados

Dichos estudios se proponen con el fin de evaluar los factores que afectan la calidad del producto final, los cuales se pueden observar en el capítulo 2 del análisis de la situación actual de la empresa, donde se realiza una evaluación interna de las causas probables que tienen efecto en la calidad del producto.

La calidad tiene una función importantísima, por lo que en el grado que un producto satisface por sus características las necesidades de los usuarios, se llegará al objetivo final: un producto de calidad. Para cumplir con el objetivo se propone hacer esfuerzos efectivos de los diferentes grupos que componen FFAC, S.A. para la integración del desarrollo, mantenimiento y superación de la calidad de los productos con el fin de hacer posible la fabricación y servicio a satisfacción completa del consumidor y al nivel más económico.

La colaboración de todo el personal se vuelve indispensable y favorable, tanto para el trabajador como para la empresa. Se propone que en la realización de cada prueba el encargado llene correctamente y con los datos solicitados el formato correspondiente en el orden que se indique (ver págs. 110 a 120).

Los estudios que deben realizarse a las muestras de los agregados serán los siguientes:

- 1 Peso específico y absorción
- 2 Impurezas orgánicas o colorimétrica
- 3 Análisis granulométrico (cantidad de material fino que pasa en el tamiz y gradación)
- 4 Limpieza / dureza
- 5 Prueba de contenido de arcilla

La realización del muestreo es uno de los pasos más importantes en el proceso de inspección y ensayo de agregados. Se propone realizar un correcto muestreo de agregados, para analizar debidamente el agregado, por que la muestra que se utiliza en la prueba debe ser verdaderamente representativa del total, con el fin de que la información obtenida esté de acuerdo con las características reales del agregado.

Para este proceso de muestreo se propone tomar en cuenta el siguiente método de muestreo aplicado para cada uno de los distintos procesos. Algunos lugares para obtener las muestras son:

- a) Directamente del apilamiento: el procedimiento consiste en excavar un agujero en el apilamiento para llegar a una región no alterada del agregado, sosteniendo con una tabla la parte superior del agujero para prevenir la caída de agregados, se extrae la muestra con un cucharón y se coloca en una bolsa hermética para su traslado. Este procedimiento se repite en varios puntos alrededor del apilamiento para obtener una muestra representativa.

b) De cualquier instrumento o máquina transportadora: para el caso de una faja de transporte se utiliza un recipiente, el cual se coloca en la caída del agregado a la mezcladora, moviéndolo a lo largo del flujo de descarga para obtener la muestra representativa.

c) Cantidad de muestra: por la cantidad de material que se extrae a diario la muestra tendrá que ser representativa, por lo que se propone utilizar las especificaciones indicadas en las normas ASTM C-702 donde se indica la cantidad mínima de la muestra

- Para agregados gruesos

$$70 \text{ kg} = 154.32 \text{ lb.}$$

- Para agregados finos

$$20 \text{ kg.} = 44.09 \text{ lbs.}$$

Teniendo la cantidad correcta de la muestra se procede a la preparación de estas, hay dos formas de realizarla, la manual y la mecánica.

Como se está comenzando con los estudios de calidad y no se tiene un cuarteador mecánico, se propone realizarla manualmente:

- 1 Para hacer el cuarteo, el material debe estar húmedo; y si está demasiado seco, debe humedecerse.

- 2 La muestra se mezcla y se amontona sobre una lona, lámina o tarima, y se forma un cono con una pala rectangular.
- 3 Se aplana el material y se forma un cono truncado de unos 15 cm de altura y se divide en cuadrantes por medio de una regla.
- 4 Con la pala se toma el material de dos cuartos opuestos y se apartan, con estos se realizan pruebas. Con los dos cuartos restantes, se realizan otras.
- 5 Se llena el formato de Etiqueta de Identificación de la muestra que al final se junta con los otros formatos y se envían para el análisis de resultados a producción. (ver págs.110)

Figura 23. Flujograma de Cuarteo de muestra

EMPRESA: FFAC. S.A.		ANALISTA: Dévora Soledad Leiva C.
ACTIVIDAD: FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE CONCRETO		
MÉTODO: ACTUAL		
FLUJOGRAMA: Cuarteo de muestras.		PÁGINA: 1/1
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN		
ACTIVIDAD	NO	DIAGRAMA
Verificar la cantidad de la muestra		<pre> graph TD Inicio([inicio]) --> Rect[] Rect --> Dia{ } Dia -- no --> C1(()) Dia -- si --> C2(()) C1 --> C3(()) C2 --> C4(()) C3 --> C5(()) C4 --> C6(()) C5 --> C7(()) C6 --> C8(()) C7 --> C9(()) C8 --> Fin([Fin]) </pre>
El material debe estar húmedo	Humedecer el material	
La muestra se mezcla y se amontona sobre una lona y se forma un cono con la pala rectangular		
Se aplanan el material y se forma un cono truncado de unos quince centímetros de altura		
Se divide en cuadrantes por medio de una regla		
Tomar dos cuartos del material para realizar la prueba de granulometría y con los dos cuartos restantes se realizan las demás pruebas.		
Llenar la etiqueta de identificación de la muestra		
Colocar la etiqueta en la muestra		

El muestreo de agregados se implemento para los diferentes agregados que se utilizan. Se realiza un muestreo en los diferentes tipos y tamaños de agregado para la cual se requiere de una muestra representativa para los ensayos que se realicen.

Este material tiene que ser reducido en cantidad de acuerdo con el ensayo que se practique. Después de realizarse las pruebas que se necesiten el material regresa al depósito de los agregados que se están utilizando.

El peso específico es la relación entre el peso del material y el volumen ocupado por las partículas del material, incluyendo los poros. El peso específico aparente se utiliza para determinar la cantidad del agregado en peso que se necesita para fabricar un metro cúbico de concreto. La mayoría de los agregados tiene un peso específico de 2.4 – 2.9 grs. /cm³ para lo que se propone tomar en cuenta estas especificaciones a la hora de calcular el peso específico de cada uno.

En cálculos para mezclas de concretos, el peso específico empleadas se brinda generalmente para agregados pétreos de superficie seca en saturación; esto quiere decir que los poros están llenos de agua, pero sin que en la superficie haya exceso de humedad. El peso específico y la absorción influyen directamente sobre el peso unitario, dureza, resistencia mecánica y en la durabilidad del concreto.

La prueba de limpieza y dureza ayuda a detectar el porcentaje de líquidos extraños, y la cantidad de partículas suaves, para obtener una resistencia adecuada al detectar a tiempo los contaminantes. La limpieza, como esta inspección, se realiza por reconocimiento visual, y al palpar el material para detectar líquidos extraños, relacionar el color, su tamaño y su forma con los materiales de lotes anteriores o agregados de referencia para comparación.

La dureza se le realiza únicamente a agregados gruesos. Se propone este ensayo como una prueba sugerida para determinar o distinguir entre partículas suaves y duras, al raspado del agregado áspero y de masa normal, el cual consiste simplemente en raspar las partículas de un agregado grueso o de material que no pase la malla de 9.5 mm. (3/8”), con un electrodo de bronce de 1.6 mm (1/16”) de diámetro.

Deben ser ensayados aproximadamente 200 gramos del material para obtener un cuadro representativo de la dureza o suavidad de un agregado, para lo que se propone tomar en cuenta los siguientes puntos:

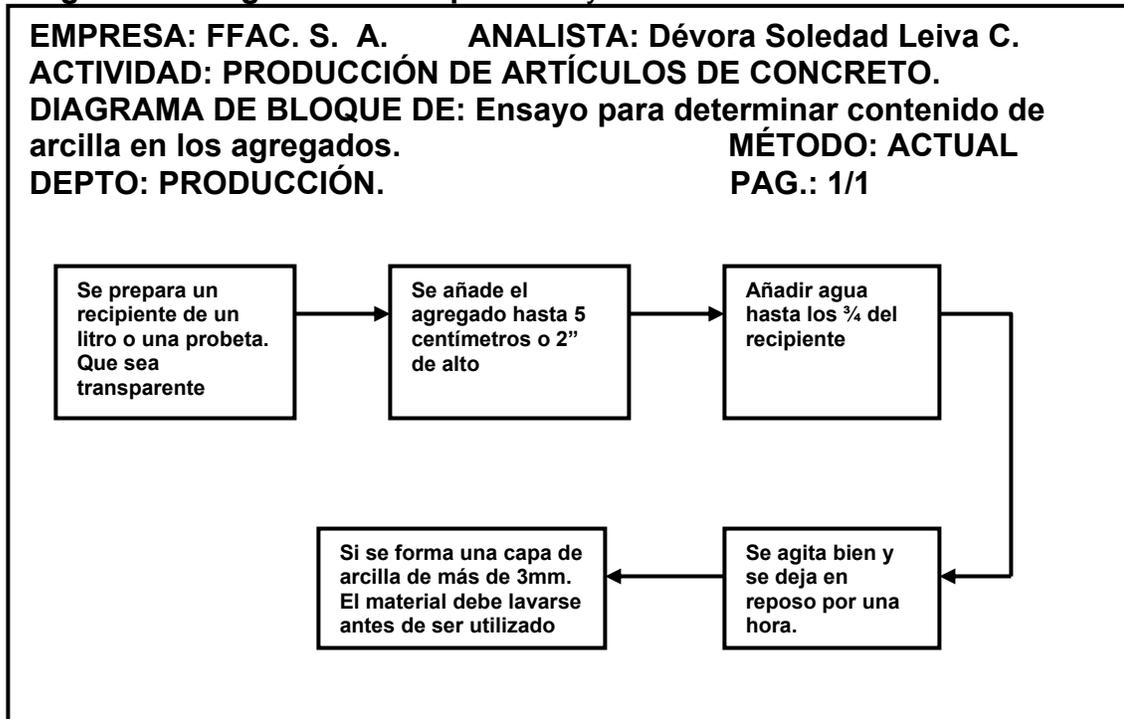
- Se debe considerar un material como suave si al raspar las partículas de agregado grueso se adhiere material al instrumento y se hace un surco.
- Si por otro lado el bronce del instrumento se adhiere al agregado, este se considera como duro.
- La presión aplicada es de aproximadamente 1 kg en las partículas.

La prueba de contenido de arcilla determina el porcentaje de arcilla en el agregado, la cual en cantidades pequeñas no afecta y mejorar la adherencia entre el agregado y el cemento, para poder obtener una resistencia óptima en el concreto.

Se propone el siguiente procedimiento para determinar el porcentaje de arcilla existente en el agregado, el cual se observa en la figura 10, donde deben seguirse estos pasos:

- 1°. Se realiza en un recipiente de un litro o en una probeta de 1000 ml. Debe ser transparente.
- 2°. Se añade el agregado hasta 5 centímetros (2") de alto en el recipiente.
- 3°. Se añade agua hasta los $\frac{3}{4}$ del recipiente.
- 4°. Se agita bien y se deja en reposo por una hora. Si se forma una capa de arcilla de más de 3mm. (1/8") de espesor, el material deberá lavarse antes de ser utilizado.

Figura 24. Diagrama de bloque. Ensayo de contenido de arcilla



Esta prueba denominada la prueba del RECIPIENTE DE 1 LITRO, proporciona información razonable y apropiada que indica la necesidad de efectuar más pruebas para detectar arcilla. El tiempo necesario es de una hora.

Este procedimiento se basa en la teoría de que la arcilla es el más liviano de los materiales y por lo tanto permanecerá mayor tiempo suspendido en el agua. Debido a que se asienta de último, un depósito de arcilla puede verse fácilmente debido a la línea de marcación con el otro material. (véase figura 22.)

Si la capa superior del material depositado es igual o mayor de 3 mm. (1/8”), el material de la prueba contiene aproximadamente un 3% de peso de arcilla.

Se proponen estos estudios y pruebas, que deben realizarse para evitar un producto final de mala calidad y obtener uno con características finales como la resistencia mecánica, el peso unitario, la dureza y la durabilidad del concreto de buena calidad.

Así se establece que realmente se tiene un producto de calidad: después de verificar, por medio de las pruebas necesarias, la calidad de materia prima que se está utilizando. Se propone utilizar las especificaciones indicadas en la norma ASTM C – 33 en la que se define cierto límite de sustancias perjudiciales en el agregado fino para la producción de bloques, adoquines y tubos.

Tabla IX. Límites de sustancia perjudicial en los agregados

 Límites para sustancias deletéreas perjudiciales en los agregados gruesos Para concreto ASTM C-33	
CONCEPTO	% Máximo en peso de la muestra total
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	5.0
Partículas suaves*	5.0
<i>Chert</i> como impureza**, que se desintegra en cinco ciclos de la prueba de solidez, o en 50 ciclos de la congelación y deshielo (0 a 40 °F)*** o bien que tenga una gravedad específica, saturado-seco en la superficie, de menos de 2.35	
Exposición severa	1.0
Exposición moderada	5.0
Material más fino que el tamiz núm. 200	1.0&
Carbón mineral y lignito	
En donde la apariencia superficial tiene importancia	0.5
Todos los demás concretos	1.0

* Esta limitación solo se aplica cuando la blandura de las partículas individuales de agregado grueso es crítica para el desarrollo del concreto, por ejemplo, en piso de tráfico pesado u otras exposiciones en donde la dureza superficial tiene especial importancia.

** Estas limitaciones solo se aplican a los agregados en los que la *chert* aparece como una impureza. No solo aplicable a las gravas constituidas en forma predominante por *chert*. Las limitaciones sobre la solidez se deben basar en los registros de servicio, en el medio ambiente en el que se usan.

*** La desintegración se considera como una división o ruptura real, según se determina mediante un examen visual. Y en el caso de los agregados triturados, si el material más fino que el tamiz num. 200 consta de polvo de fractura, que en esencia no contiene arcilla o arcilla *esquisitosa*, el porcentaje se puede aumentar hasta 1.5%.

Fuente: Norma ASTM C-33

Se propone realizar el análisis granulométrico porque es el más completo y también abarca varios estudios o pruebas en uno solo. Los primeros estudios de esta implementación se mandaron a realizar al laboratorio de Cementos Progreso, cuyos resultados se encuentran a partir de la página 63, en lo que se compran y fabrican los instrumentos para levantar un laboratorio propio de la fábrica.

Una característica de los agregados, aplicada mayormente en la industria de bloques de concreto es su granulometría o la determinación de la gradación de tamaños de las partículas, siendo un factor importante cuando se desea mantener un nivel bueno y constante en la resistencia del producto.

Por ello, en Ferretería y Fábrica de Artículos de Concreto, Sociedad Anónima se implementó el estudio de granulometría para tener un estudio completo del comportamiento de los agregados, que debe compararse esporádicamente con el resultado un estudio hecho en laboratorios profesionales. Se compraron las mallas y los tamices para fabricar el aparato vibrador, que se necesita para realizar este estudio.

Se propone el siguiente procedimiento, el cual consiste en pasar el agregado por una serie normalizada de tamices o mallas y expresando el material que pasa o queda retenido en las diversas mallas, en porcentaje. Para el caso en la fabricación de bloques, tubos y adoquines, los principales productos se utilizará el método del porcentaje individual del material retenido en cada malla, porque ilustra gráficamente los excesos o defectos de las fracciones de partículas de determinado tamaño.

Esto es importante para las texturas y apariencia de los bloques y desde el punto de vista de control de calidad de la materia prima. El procedimiento de ensayo y cálculo de la prueba de granulometría para el análisis granulométrico que se propone utilizar es el siguiente:

Paso 1:

Por un procedimiento de cuarteo adecuado, se obtienen como mínimo 500 gramos de masa (peso) seca para agregados finos que pasan la malla de 4.76mm (No. 4) y 1000 gramos para agregados gruesos de 9.5mm de diámetro (3/8”).

Paso 2:

Se pasa el agregado por la serie de mallas especificadas según el formato. Si se agita en un vibrador mecánico durante un tiempo de 6 o 8 minutos. Y se agita manualmente se hace durante un tiempo de 10 a 12 minutos.

Paso 3:

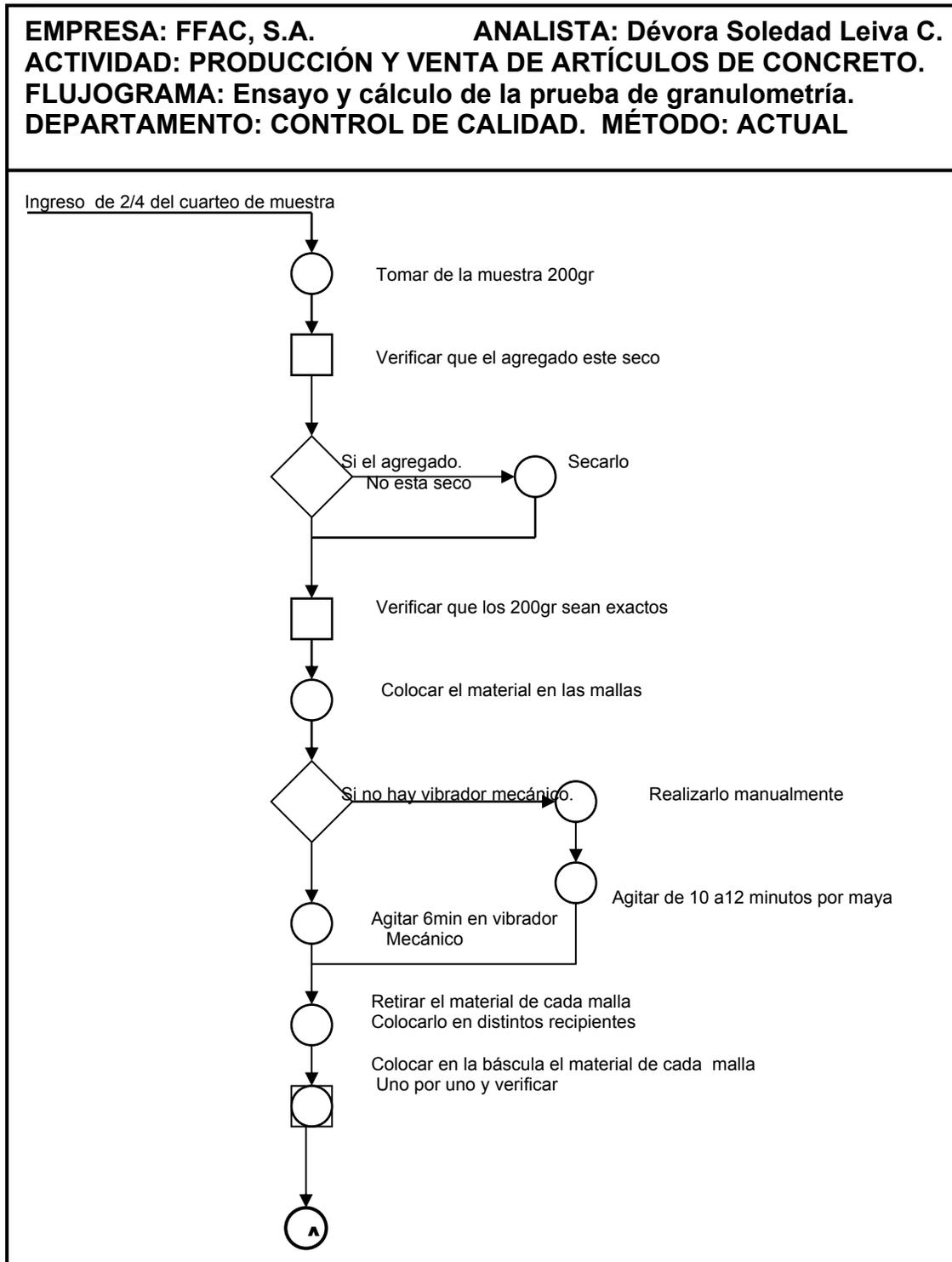
Se coloca cuidadosamente en una balanza todo el material retenido en cada una de las mallas, y se registra en las celdas de gramos retenidos.

Paso 4:

Se precede a realizar los cálculos para encontrar el módulo de finura (MF). El módulo de finura es la suma de los porcentajes acumulativos retenidos en cada malla de la serie normalizada dividido entre 100.

Estos pasos se detallan en el flujo grama siguiente:

Figura 25. Flujograma de la prueba de granulometría



Continuación

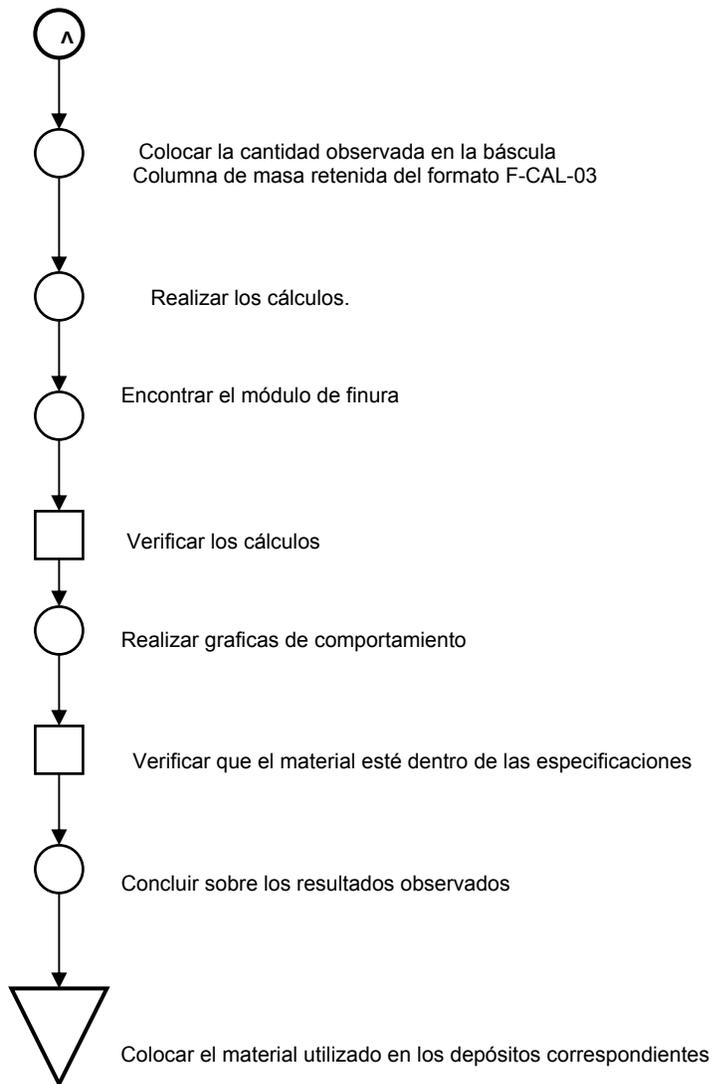
EMPRESA: FFAC, S.A.

ANALISTA: Dévora Soledad Leiva C.

ACTIVIDAD: PRODUCCIÓN Y VENTA DE ARTÍCULOS DE CONCRETO.

FLUJOGRAMA: Ensayo y Cálculo de la prueba de granulometría.

DEPARTAMENTO: CONTROL DE CALIDAD. MÉTODO: ACTUAL



En el registro F-CAL-03 del numeral 3.3.1.3 se establece un cuadro de la serie normalizada de mallas que se usan para obtener la graduación del tamaño de los agregados y se calcula de la siguiente manera.

De los datos obtenidos de una muestra se registran en el formato F-CAL- 03 se obtienen los resultados para ingresarlos en la siguiente fórmula y obtener el comportamiento real por porcentajes de los agregados.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{masa retenido} * 100}{\text{Masa Total}} .$$

El porcentaje del material retenido por cada malla es la cantidad pesada de cada una multiplicada por cien, dividida entre la suma de la masa total.

$$\% \text{ Acumulado Ret. (Malla } 3/8\text{")} = \% \text{ retenido (3/8")}$$

$$\% \text{ Acumulado Ret. (Malla No 4)} = \% \text{ retenido (3/8")} + \% \text{ retenido (4)}$$

El porcentaje acumulado es la suma del porcentaje retenido en una malla mas el porcentaje retenido en la malla anterior a ella, con la suma del porcentaje acumulado dividido entre cien sacamos el modulo de finura, que es el que sirve para determinar el estado del producto.

$$MF = \frac{\text{Suma \% Acumulados (de malla } 3/8 \text{ a malla } 100)}{100}$$

Es de notar que el tamaño máximo de agregado para fabricación de un artículo de concreto, como los que produce la empresa, es generalmente de 12.7 mm. (1/2”), y el recomendado es de un tamaño máximo de partículas permisible: no debe pasar de 1/3 del espesor de las paredes del artículo de concreto que se esté fabricando.

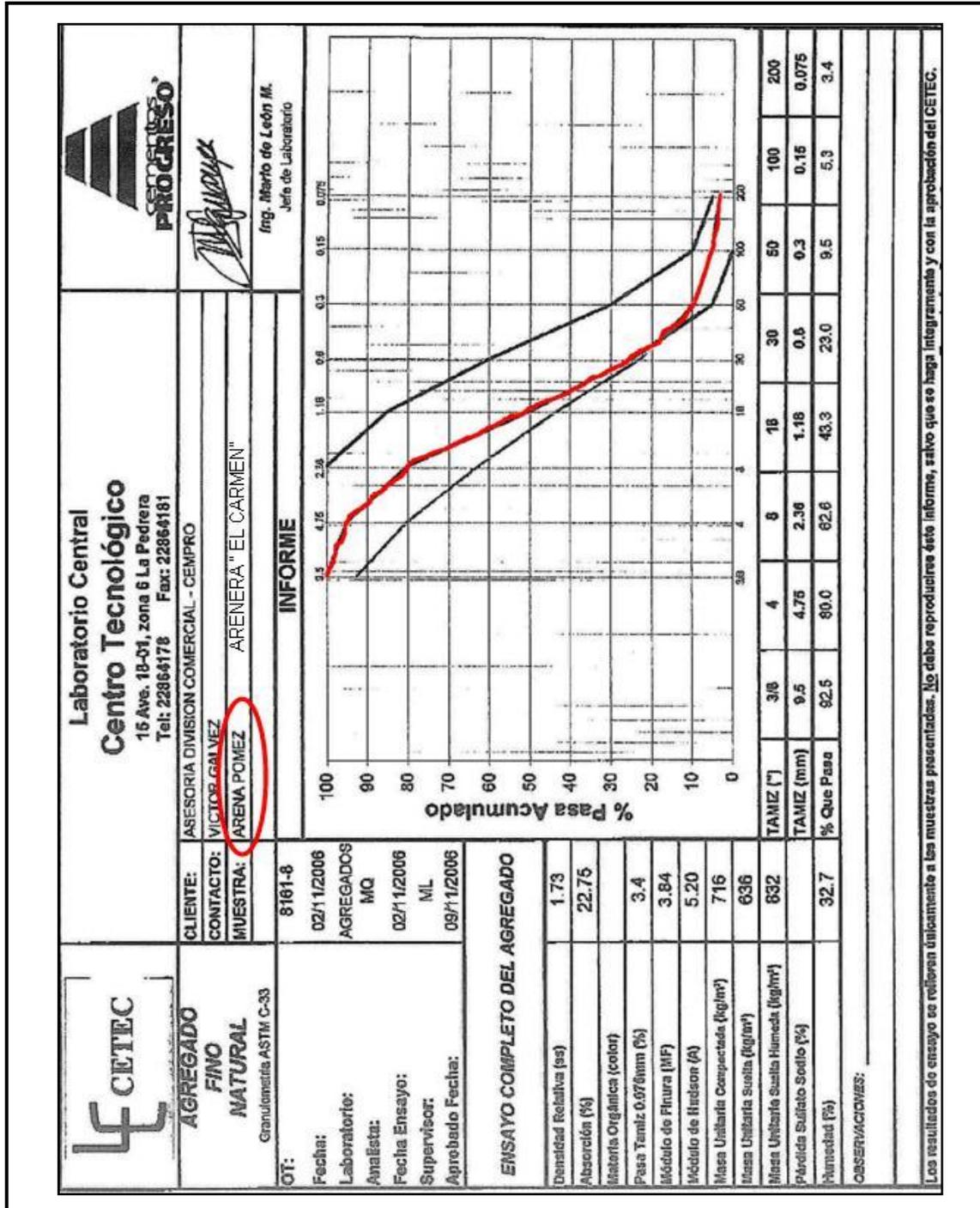
3.3.1.1.6 Discusión de los resultados

Como se puede ver en las gráficas detalladas a continuación el comportamiento actual de los agregados tanto finos como gruesos, que se producen en las areneras propiedad de la empresa:

En la tabla X se observa la gráfica de la arena pómez de arenera el Carmen propiedad de la empresa, que tiene un comportamiento uniforme constante con una variación que se encuentra dentro de los límites aceptados de la norma.

Esta variación se da como una causa asignable el comportamiento que tiene la línea gruesa, con los límites es un comportamiento constante. Se propone crear, poco a poco, historiales de los ensayos y comportamientos que se hayan observado en los agregados, y así poder analizar las causas asignables para establecer una solución de estos.

Tabla X. Gráfica del estudio de granulometría de la arena pómez



Fuente: Investigación de campo. Realizado por: Cementos Progreso.

Figura 26. Arenera El Carmen

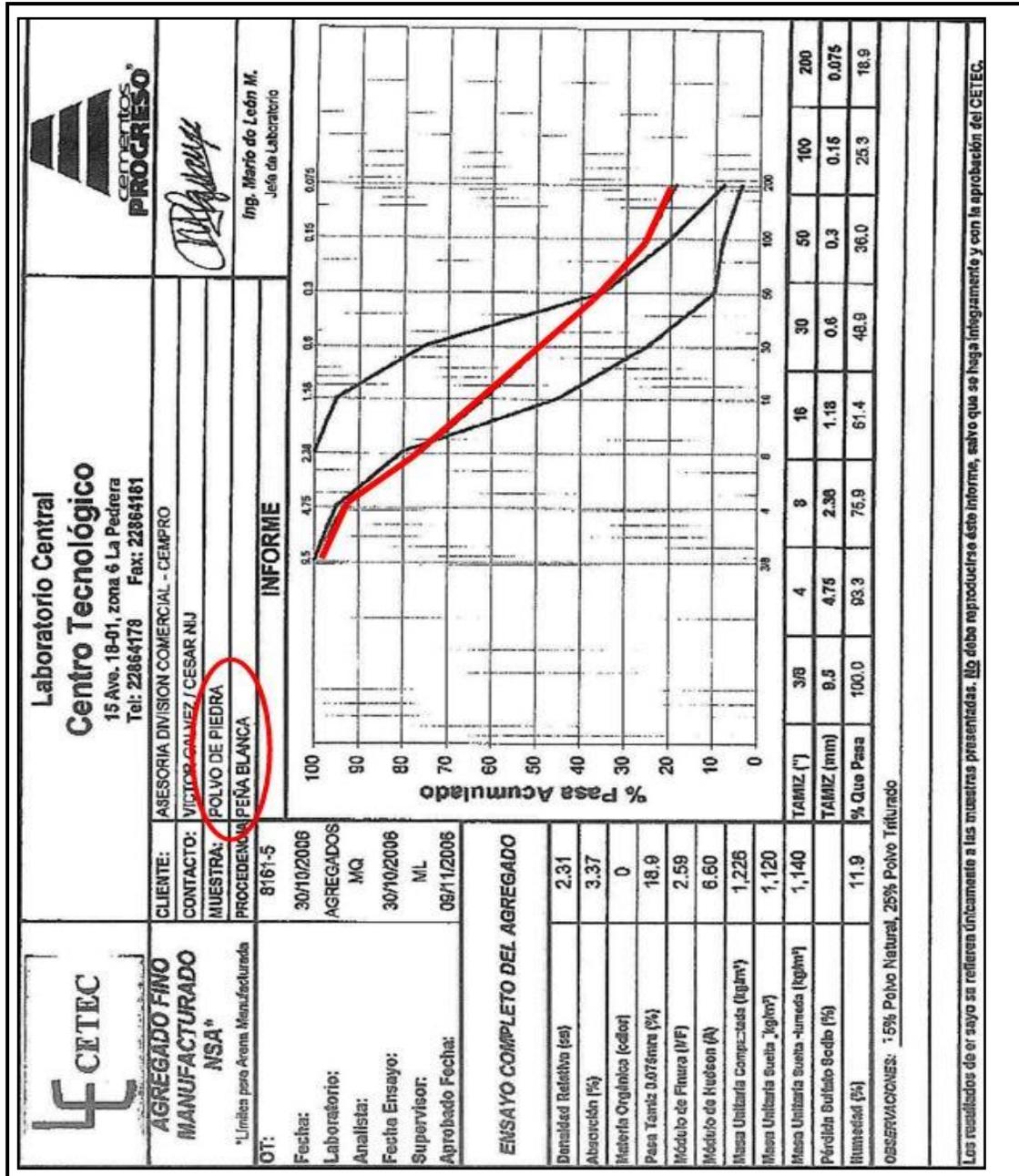


En tabla XI se puede ver el comportamiento gráfico del polvo de piedra proveniente de arenera Peña Blanca, un aproximado de dos terceras partes está fuera de los rangos.

En esta arenera se propone el cambio de los tamices, los cuales se observaron muy desgastados y con agujeros grandes en las mallas. Para que el porcentaje de agregados finos no altere la fórmula, por los que están fuera de especificación y así no dañar las propiedades mecánicas del producto final.

En la figura 27 se observa la planta de la arenera Peña Blanca propiedad de la empresa.

Tabla XI. Estudio de granulometría de polvo de piedra



Fuente: Investigación de campo. Realizado por: Cementos progreso.

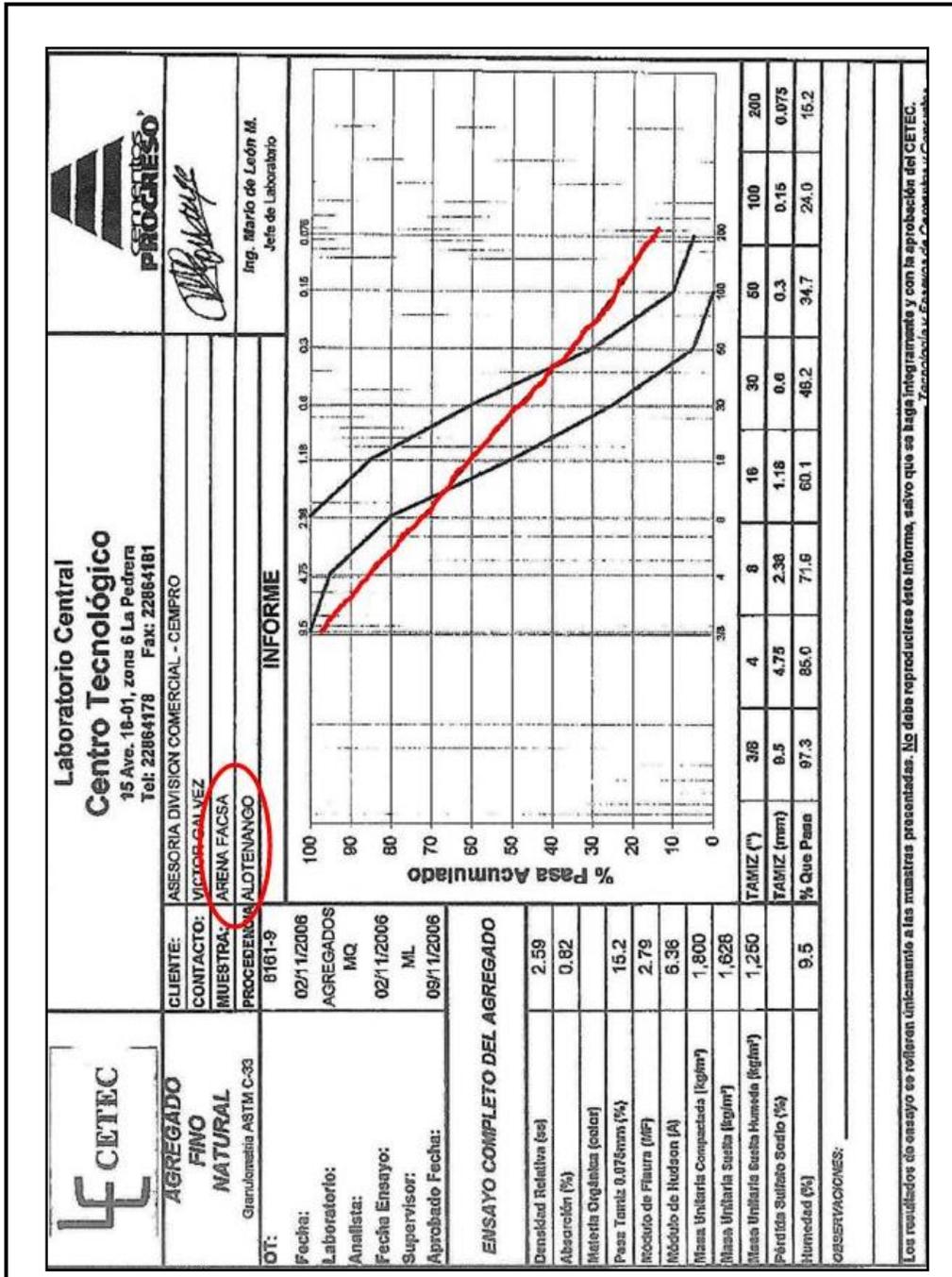
Figura 27. Arenera Peña Blanca



En la gráfica de la tabla XII se puede observar el comportamiento de la arena volcánica proveniente de la arenera El Rodeo en Alotenango en el cual se evidencia que está fuera de los límites de las especificaciones.

Este es un agregado que en ciertos productos se sustituye por el polvo de piedra pues la arena volcánica le da más resistencia al concreto, siempre y cuando esté dentro de los rangos de especificaciones que tiene la norma en granulometría. En la figura 28 se observa la planta de producción El Rodeo propiedad de la empresa. Este rango fuera de especificación se debe al mal estado de las mallas, por esta razón se propone un cambio de mallas para obtener producto dentro de las especificaciones.

Tabla XII. Estudio de granulometría de la arena volcánica



Fuente: Investigación de campo. Realizado por: Cementos Progreso.

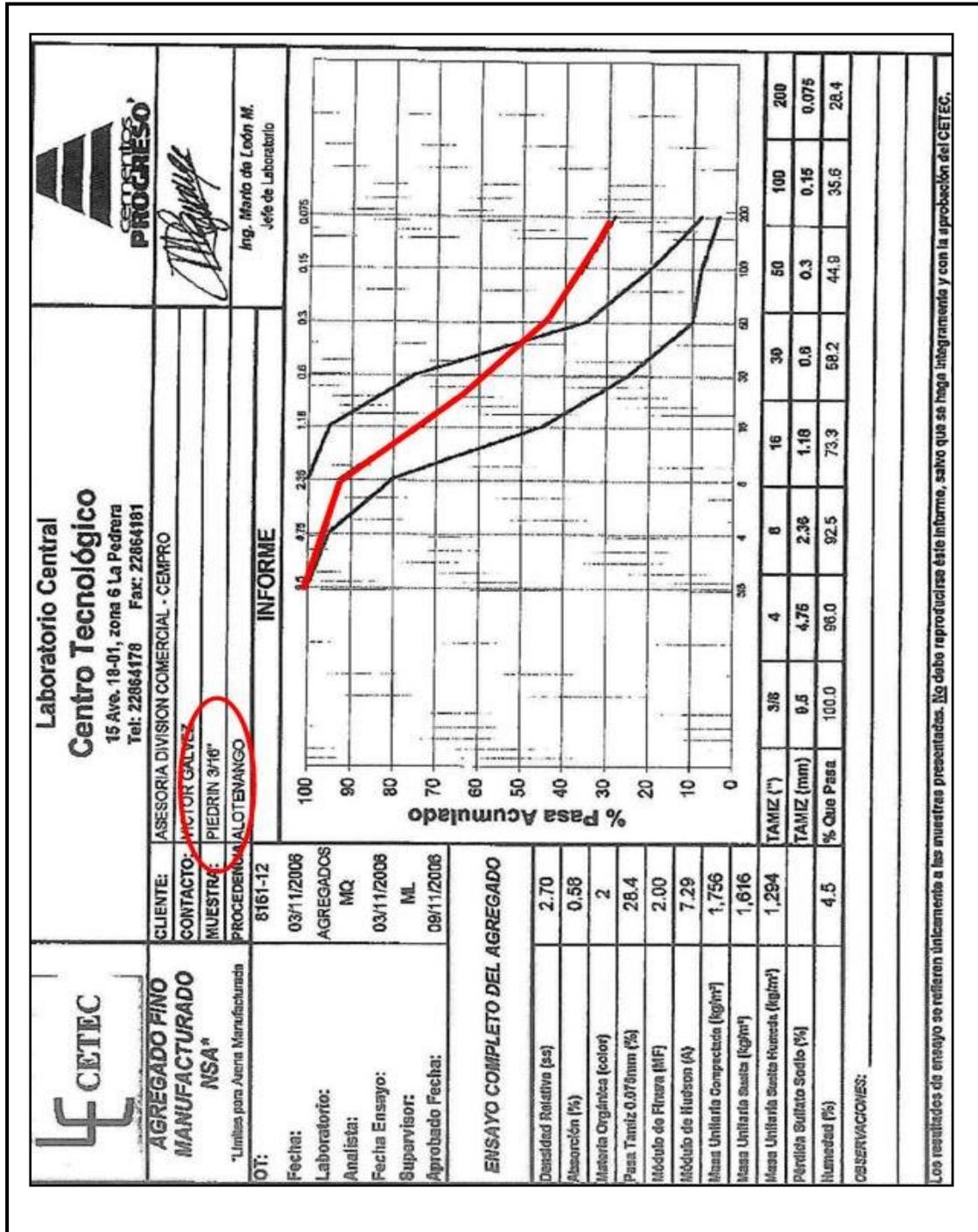
Figura 28. Planta de producción en la pedrinera El Rodeo



A continuación en la tabla XIII se aprecia el comportamiento actual del pedrín 3/16 de pedrinera el rodeo en Alotenango.

Se propone el cambio de las mallas en esta arenera, ya que aparte de ser viejas tienen demasiados agujeros donde pasa pedrín fuera de las especificaciones, además de que su vida útil ya terminó, se propone crear un programa de mantenimiento preventivo en todas las areneras para que cambie este comportamiento en los agregados. Con un mantenimiento preventivo se puede informar de los daños y encontrar una solución factible a cualquier problema.

Tabla XIII. Estudio de granulometría pedrín 3/16



Fuente: Investigación de campo. Realizado por: Cementos Progreso.

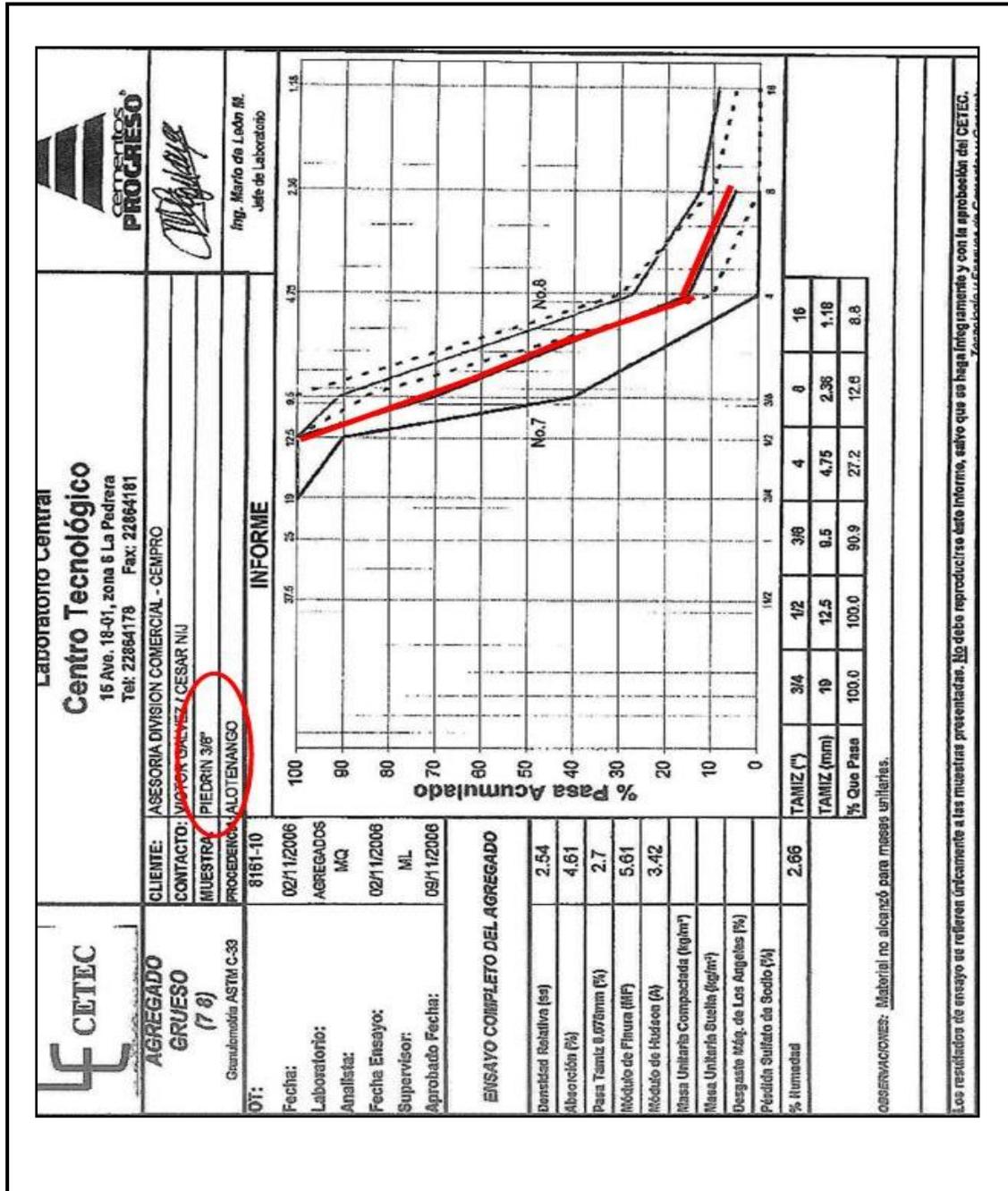
Figura 29. Pedrinera el Rodeo



Se puede observar en la Gráfica de la tabla XIV el comportamiento del pedrín 3/8, el cual se encuentra dentro de los límites y es constante, pero varía en un punto, por lo que se puede decir que se tiene una causa asignable que debe estudiarse para establecer un registro y así poder resolver el problema.

Se propone la realización de estas pruebas o ensayos de dos a tres veces por semana en cada uno de los agregados de las distintas productoras, para establecer las soluciones correctas antes de que el agregado llegue a la planta de producción. Y así se puedan establecer procedimientos y criterios en todo el proceso de la fabricación de los agregados.

Tabla XIV. Estudio de granulometría de pedrín 3/8



Fuente: Investigación de campo. Realizado por: Cementos Progreso

3.3.1.2 Formatos para los estudios en los agregados

Antes de redactar información, se propone determinar qué se va a hacer con ella. De nada sirve detectar un problema y dejarlo pasar, hay que definir los objetivos, para esto sirven estos formatos:

- El control y el monitoreo del proceso de producción
- El análisis de lo que no se ajusta a las normas
- Crear un historial del comportamiento del producto, etc.

Es importante darse cuenta que todos los procedimientos, pruebas y ensayos de verificación de calidad son efectivos en el mejoramiento de la calidad, pero deben ser complementados con la documentación respectiva de las observaciones, análisis, resultados, etc., de cada procedimiento realizado.

El objetivo de los registros de calidad es contar con documentación en la que se pueda basar cualquier modificación a proporciones, a procesos, a la maquinaria, o para que sirva de referencia en caso de dudas o de aplicación de pruebas anteriores.

La creación de registros a través de formatos es indispensable para establecer causas y crear un historial del comportamiento del producto, por lo que se propone crear formatos para tener hojas de registro donde deben aparecer los datos del producto que se ha analizado, en la secuencia del proceso que lleva, desde la materia prima hasta el producto terminado.

Y así, si al final del proceso hay algún problema, se puede retroceder a través de los registros para establecer la causa, y verificar en dónde está el error. Se propone tener estos registros archivados en el laboratorio durante un tiempo prudencial de dos a tres años, en un lugar visible de tal manera que los mismos puedan encontrarse y guardarse de manera fácil, estos agilizarán la recolección y la organización de datos, para crear gráficos estadísticos del comportamiento de cada elemento involucrado.

Se propone la codificación de los formatos, para tener un orden en cada estudio que se realice, y tenerlos archivados por código. Se propone utilizar la siguiente clave, para tener un orden en los registros:

F: de formato

Cal: departamento de calidad.

Y El número correlativo de cada uno. El cual debe ser colocado en un área visible del formato y quedaría de la siguiente forma:

F-CAL-xx donde xx sería el número correlativo que le corresponde.

Estos a su vez tendrán un registro electrónico y las copias se deben archivar en el departamento de control de calidad.

Se propone colocar los números correlativos desde el inicio del proceso en la materia prima hasta el final en la bodega de producto terminado. A continuación se detallan formatos propuestos para el estudio en los agregados, los cuales podrían variar según el producto que se esté realizando y/o analizando.

Para empezar se colocará en el F-Cal-01 para identificar las muestras que se saquen antes de realizar cualquier estudio, en el cual se deben detallar los siguientes datos:

- La fecha de producción,
- La fuente de abastecimiento ya sea de producción u origen de la materia prima,
- El nombre del material o producto, nombre del fabricante en caso no sea de la materia prima que produce la empresa, dirección de la planta si es de FFAC, S. A. ,
- Nombre y firma de la persona encargada de la muestra
- Y en observaciones colocar y paso algo extraordinario o alguna sugerencia para mejorar en esa área.

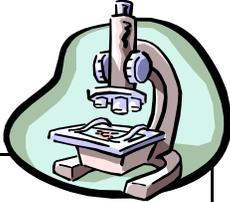
Figura 30. Identificación de la muestra. La etiqueta tiene el código F-CAL-01

F-CAL-01 ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA.



FFACSA
Ferretería y Fábrica
Artículos de Concreto, S.A.

IDENTIFICACION
DE LA MUESTRA



Fecha _____ Fuente de Abastecimiento _____

Nombre del Material: _____ Fecha de Muestreo: _____

Nombre del Fabricante: _____ Dirección de la Planta: _____

Persona Encargada de la muestra: _____
Nombre y Firma

Observaciones:

F-CAL-01

Se propone realizar inspecciones en el transporte, para evitar contaminación del producto, para lo cual se debe utilizar un registro, al que le corresponde la siguiente codificación F-CAL-02, formato para la inspección en la limpieza de camiones donde se debe colocar: la fecha, la hora, nombre del piloto, placa del camión, material que va a transportar, verificación de la limpieza y si se tiene alguna observación de la inspección; lo tiene que entregar antes de cargar y llevar este formato a recepción de materia prima, este lo deberá entregar el piloto al encargado en recepción, para que este verifique que el producto no va contaminado.

Este registro servirá para evitar cualquier clase de contaminantes no naturales en la materia prima.

Figura 31. Formato de inspección de camiones

INSPECCIÓN DE LIMPIEZA EN CAMIONES

F-CAL-02

FECHA _____ HORA: _____

PILOTO: _____

PLACA DEL CAMIÓN: _____ MATERIAL QUE TRANSPORTA: _____

CANTIDAD DE MATERIAL: _____ M³

CALIDAD DE LA LIMPIEZA:

BUENA: _____ REGULAR: _____ MALA: _____

OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN: _____

PROCEDENCIA DEL AGREGADO Y/O MATERIAL:

EL RODEO: _____

PEÑA BLANCA: _____

OTRO: _____

PERSONA QUE REALIZÓ LA INSPECCIÓN: _____

FIRMA: _____

SELLO: _____




Para realizar el ensayo de granulometría se debe colocar el código de F-CAL-03, este tiene que llenarse si la muestra tiene identificación para poder tener una secuencia correcta del control que se lleva, para el cual se necesitan también los siguientes datos: se coloca la fecha, nombre del agregado para el ensayo que se va a realizar, el peso, el porcentaje de humedad y se coloca el resultado obtenido en cada uno de los tamices, el resultado que se obtiene de cada tamiz por el que pasa el agregado, persona que lo realizó firma y observaciones.

Figura 32. Formato análisis granulométrico por mallas

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA				
F-CAL-03		(ASTM C136)		
Agregado: _____		Fecha de ensayo: _____		
Peso natural (como se recibió): _____				
Masa Seca: _____ % Humedad: _____				
				
No. tamiz	Diámetro	Masa retenida	% Retenido	% Acumulado
	(mm.)	(gramos)		Retenido
3/8"	9.5			
4	4.75			
8	2.36			
16	1.18			
30	0.6			
50	0.3			
100	0.15			
Bandeja				
Persona que realizó el ensayo: _____				
Firma: _____.				
Observaciones: _____				

Para la prueba de limpieza y dureza el formato deberá tener el código F-CAL-04 para el cual se necesitan los siguientes datos: nombre del material, fecha en que se esta realizando el ensayo, nombre de la persona encargada, peso del agregado, número de muestra, los resultados, las observaciones y los

pesos de los diferentes materiales que se obtuvieron tanto del duro como del suave en gramos y las observaciones.

Figura 33. Formato de prueba de limpieza y dureza

<u>PRUEBA DE LIMPIEZA Y DUREZA</u>		
F-CAL-04		
MATERIAL: _____	FECHA DE ENSAYO _____	
ENCARGADO DEL ENSAYO: _____		
PESO DEL AGREGADO: _____	Grs. MUESTRA No. _____	
<u>RESULTADOS</u>		
LIMPIEZA:		
Observaciones de cómo encontró el material: _____		
		DUREZA: (solo para agregados gruesos)
Cantidad de material suave:		
Cantidad de material duro:		
Observaciones:		

En el F-CAL-05 la prueba de materia orgánica o colorimétrica, se deben colocar los siguientes datos: el nombre del material, la fecha, el nombre de la

persona, peso de la muestra que recibe, número de la muestra, los resultados de la prueba y las observaciones.

Figura 34. Formato de la prueba de materia orgánica o colorimétrica

PRUEBA DE MATERIA ORGÁNICA O COLORIMÉTRICA	
F-CAL-05	
MATERIAL: _____	FECHA DE ENSAYO _____
ENCARGADO DEL ENSAYO: _____	
PESO DEL AGREGADO: _____	Grs. MUESTRA No. _____
<u>RESULTADOS</u>	
Tiempo de Reposo: _____ hrs.	
Color: _____	
Claro: _____	Oscuro: _____
Materia orgánica puede observarse: _____	
Observaciones: _____	

Para la prueba de contenido de arcilla se propone el código siguiente que es el correlativo a los anteriores registros, F-CAL-06 en el cual se piden los siguientes datos: el nombre del material, fecha, la persona encargada, el peso de la muestra, número de la muestra y en los resultados, el tiempo de reposo, cantidad de material fino que se obtuvo y observaciones que puedan realizarse, ya sea para proponer una mejora o indicar dónde puede haber un problema en el proceso.

Figura 35. Registro de la prueba de contenido de arcilla

PRUEBA DE CONTENIDO DE ARCILLA	
F-CAL-06	
MATERIAL: _____	FECHA DE ENSAYO _____
ENCARGADO DEL ENSAYO: _____	
PESO DEL AGREGADO: _____	Grs. MUESTRA No. _____
RESULTADOS	
Tiempo de reposo: _____ hrs.	
Cantidad de material fino que se obtuvo: _____ ml.	
Observaciones: _____	



Para el análisis del peso específico se debe seguir con el correlativo F-CAL-07 en el cual tiene que indicarse el nombre del material, la fecha, nombre de la persona encargada y en los resultados colocar dependiendo de la clase del agregado los datos del registro F-CAL-01, peso, volumen, densidad y en las observaciones se pueden colocar aparte de cómo fue el comportamiento del producto o materia prima que se este estudiando, también alguna sugerencia y/o mejora propuesta en la posible ubicación de la falla.

Figura 36. Formato del análisis del peso específico.

ANÁLISIS DEL PESO ESPECÍFICO	
MATERIAL: F-CAL-07	FECHA: _____
ENCARGADO DEL ENSAYO _____	
RESULTADOS	
Clase de agregado: _____	
FINO: _____	GRUESO: _____
No. de muestra: _____	Peso: _____
Volumen: _____	Densidad: _____
Observaciones: _____	



3.3.2 Control de calidad en la tecnificación del proceso

De la maquinaria se puede decir que depende un 50% la calidad del producto según comentó el ingeniero de operaciones, si y solo si la materia prima tiene las especificaciones correctas, ya que en esta influyen los datos técnicos de la máquina, el tiempo de ciclo, medida de bandeja, la presión de trabajo que es aproximadamente de 50 bares.

La vibración de alta frecuencia de 6000 revoluciones por minuto busca definir un concreto de características bien definidas. Aportando las características como la resistencia mecánica, compacidad y buen acabado en el producto final de acuerdo a las especificaciones.

3.3.2.1 Estado de la maquinaria

La empresa cuenta con lo último en tecnología en lo referente a la producción de artículos de concreto, la cual se encuentra en perfecto estado, según informó el ingeniero de operaciones que el estado de la maquinaria es bueno en un 90% lo demás depende del buen mantenimiento correctivo y preventivo que se tenga.

Los datos técnicos de la maquinaria, la cual es controlada por un sistema central computarizado, y los tiempos son estándar para todo el producto, la maquinaria con la que se cuenta en la empresa se utiliza para la producción de bloques y adoquines pero se dará la descripción para bloques:

El tiempo de ciclo en la mezcladora para el concreto es de 14 segundos en una bandeja de medida 1.25 * 0.75 metros para una producción por turno de 18,000 bloques. La presión de trabajo es aproximadamente de 50 bares. Se tiene una vibración de alta frecuencia de 6000 vibraciones por minuto.

Se puede observar en las siguientes figuras la clase de tecnología con la que se cuenta en Ferretería y Fábrica de Artículos de Concreto Sociedad Anónima, se cuenta con lo último en tecnología para la producción de artículos de concreto, lo que garantiza una producción óptima para obtener un producto de buena calidad, este podrá tenerse no solo con la maquinaria sino que también con un proceso adecuado de control de calidad desde la producción de la materia prima.

Figura 37. Máquina Novablock



Figura 38. Parte frontal de la Novablock

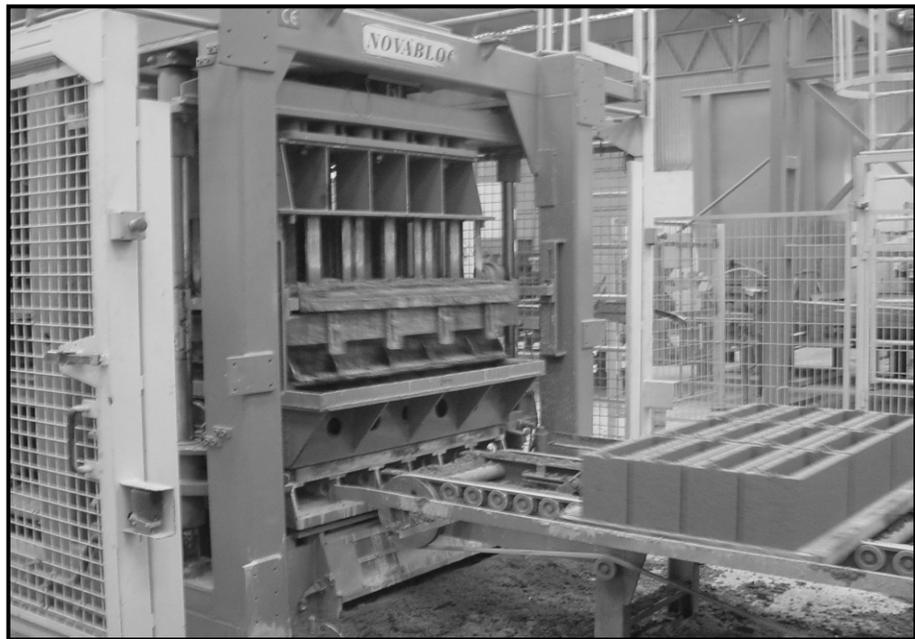


Figura 39. Multiforca



Figura 39. Máquina Multitub



3.3.2.1.1 Mantenimiento

Esta propuesta pretende ser un instrumento de referencia para poder cumplir con un mantenimiento preventivo y correctivo que ayudará a evitar pérdidas por paros en producción, y el reproceso del producto que salga dañado. Si bien el objetivo de mantenimiento es lograr, con el mínimo costo, el mayor tiempo en servicio de las instalaciones y maquinaria productivas, con el fin de conseguir la máxima disponibilidad, aportando la mayor productividad y calidad de producto y la máxima seguridad de funcionamiento, el objetivo así definido no queda medido ni expresado en cifras.

Conocer cuales son sus componentes o factores de la maquinaria: costo, tiempo de servicio (disponibilidad-fiabilidad), seguridad de funcionamiento (mantenibilidad-calidad y prontitud de servicio), y saber que los tres son medibles y cual es su sentido de variación, es suficiente para optimizar el objetivo antes definido, permitiendo efectuar su análisis para llegar a determinar nuevas acciones.

Para esto se propone un mantenimiento preventivo que es el más recomendado para una producción automática y a gran escala como lo es la de la empresa, en el cual queda a criterio del Ingeniero de planta el intervalo de tiempo que use entre cada mantenimiento que realice.

Cada vez que se sustituya y/o repare una parte o una pieza de la maquinaria debe llenarse un formato que se archive, para establecer una secuencia del tiempo que duro en buen estado la pieza y así poder llegar a un mantenimiento preventivo donde se cambie la pieza antes que falle.

El formato que se propone es el siguiente:

En el reverso del formato se deben colocar los costos en los que se incurrieron para la reparación, el tiempo utilizado, la mano de obra, los materiales utilizados y a quien es aplicable la falla de la maquinaria se detalla en la siguiente tabla:

Figura 42. Costos de la reparación de maquinaria

COSTO DE LA REPARACIÓN						IMPUTACIÓN	
No. de operarios	Día	Categoría	Tiempo	Pts.		Pts.	
				M. O.	MATERIALES	Materiales	
Total h M.O.			Total materiales			Total Reparación	

3.3.2.2 Programación de la máquina

Como la maquinaria en la empresa es controlada por un sistema central computarizado, donde los tiempos son estándares, solo varían en la cantidad de agua cuando el material ingresa muy húmedo. En ciertas ocasiones no se necesita agua y cuando por el contrario viene demasiado seco se utiliza más agua de lo normal.

Por ello se propone crear un registro diario de los tiempos utilizados en las proporciones del proceso, para encontrar la cantidad con que se realicen los productos más pesados después de su moldaje, sin que esta cause que los productos pierdan su cohesión o que se peguen a las paredes de los moldes.

Con este registro se podrá obtener un historial del comportamiento del producto con cada programación que se haya tenido, así se podrá adjuntar este registro de proporciones al de la prueba final que se le realiza al producto, para observar el comportamiento según su formulación.

En la siguiente figura se observa el sistema central computarizado de la máquina Novablock.

Figura 43. Panel de Control



3.3.2.3 Tipo de vibración

Con la vibración se busca conseguir un concreto de características bien definidas como: la resistencia mecánica, compacidad y un buen acabado.

La vibración es de alta frecuencia superior a 6000 revoluciones por minuto. La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas y con una vibración elevada, bajo este efecto la masa de concreto se halla en un estado más o menos suelto, según su consistencia, entra a un proceso de acomodo y se va asentando uniforme y, gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado.

Se propone la creación de un registro para llevar un historial de frecuencias de la vibración, aunque esta casi nunca varía, pero es recomendable ya que se adjunta a los registros de calidad y si en alguna ocasión falla un producto se puede ver cómo estuvieron todas las partes del proceso que influyen en la calidad del producto.

3.3.2.4 Tiempo de mezclado

Esta fase dentro del proceso de fabricación de bloques de concreto recibe poca o ninguna atención. Como el procedimiento de control no es el mismo para todos los materiales, se ha observado en la práctica, que para arenas y gravas de baja absorción, y para arena pómez u otro material liviano, la cual depende de las condiciones de humedad en que llegue esta.

Si se utilizan los siguientes procedimientos esta propuesta da muy buenos resultados.

a). Para arenas y gravas:

1. Cargar la mezcladora con todo el agregado.
2. Agregar todos los materiales cementantes.
3. Mezclar en seco los materiales combinados, durante un minuto.
4. Agregar el agua de mezcla.
5. Continuar mezclando, durante un tiempo de 2 a 4 minutos.
6. Cuando se requiera agua de ajuste, mezclar durante un minuto adicional.

De los anteriores procedimientos, los pasos 3 y 5 son los más importantes para lograr una buena mezcla, aunque cada uno es importante en el aspecto que le corresponde.

b) Para agregados livianos o ligeros (como arena pómez):

1. Cargar la mezcladora con todo el agregado liviano o ligero
2. Agregar de $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$ del agua total de mezclado
3. Mezclar durante 30 segundos los materiales
4. Agregar todo el material cementante
5. Agregar el agua restante
6. Continuar mezclando durante un tiempo entre 2 y 4 minutos
7. Cuando se requiera agua de ajuste mezclar durante un minuto adicional

Debido a la afinidad de los agregados livianos por el agua, es opinión de las personas conocedoras de los procedimientos que la “sed” del agregado debe ser satisfecha de acuerdo al paso dos. En la mayoría de los casos $\frac{1}{82}$ a $\frac{2}{3}$ del agua total de la mezcla saturará todas las partículas del agregado liviano.

El tiempo aproximado de vibrado es de 5 a 7 segundos promedio. Estas características en la programación de la maquinaria ayudan a obtener un producto final con las mejores características y consistencias finales.

3.3.2.4.1 Proporción correcta de tiempos

En la empresa se cuenta con una mezcladora tipo planetaria que tiene los siguientes datos técnicos:

- Tiempo de mezclado aproximadamente de un minuto
- Dosificación uniforme de toda la mezcla
- Dosificación automática de agua
- Dosificación por peso de cemento
- Descarga automática de la mezcladora
- Sistema hidráulico independiente
- Motor de 60 hp
- Transmisión de fuerza mecánica consistente en transmisión automotriz de transporte pesado.

Estas características combinadas con la propuesta del tiempo de mezclado de la pág. 127 para arenas, gravas y para agregados livianos o ligeros, se puede decir que se producirá la lechada perfecta de una bacheada, siempre y cuando las proporciones de los componentes sean las indicadas. Esta es la mezcladora que se utiliza para la realización de la mezcla.

Figura 44. Mezcladora tipo planetaria



La vibración es de 14 segundos si la frecuencia es superior a seis mil revoluciones por minuto. Dato técnico de la maquinaria propuesto por el fabricante para obtener un mejor producto.

Al aumentar la frecuencia disminuye el tiempo de vibrado, sin embargo, una vibración muy enérgica y prolongada puede producir efectos desfavorables, la vibración se da por completa cuando la lechada de cemento empieza a fluir a la superficie.

Esto se puede dar de 5 a 7 segundos en la producción de la empresa, tiempo que se promedia según la humedad de la materia prima, ya que una mezcla con demasiada agua no puede ser sometida a una vibración prolongada. Cuando la materia prima ingresa con mucha humedad, la lechada de cemento fluye muy rápido, entonces se puede determinar el tiempo de vibrado.

3.3.2.5 Vida útil de los moldes

La vibración y presión a que son sometidos diariamente hasta cumplir su vida útil provoca el desgaste. Por el alto costo en que sale un molde se está sacando más de la producción establecida por molde, lo que produce una alteración en la forma y las medidas del producto arriba de la especificación que es de +/- 2mm.

Se mandaron a realizar dos moldes a Alemania, ya que estos son de mejor calidad que los que se utilizan actualmente y el rendimiento de producción es mayor. Con estos se propone hacer un estudio económico para establecer la calidad y los costos para que la empresa los fabrique con el mismo material, con el fin de optimizar la producción sin dañar o alterar el producto final. En la figura se observa la producción de un molde de bloques.

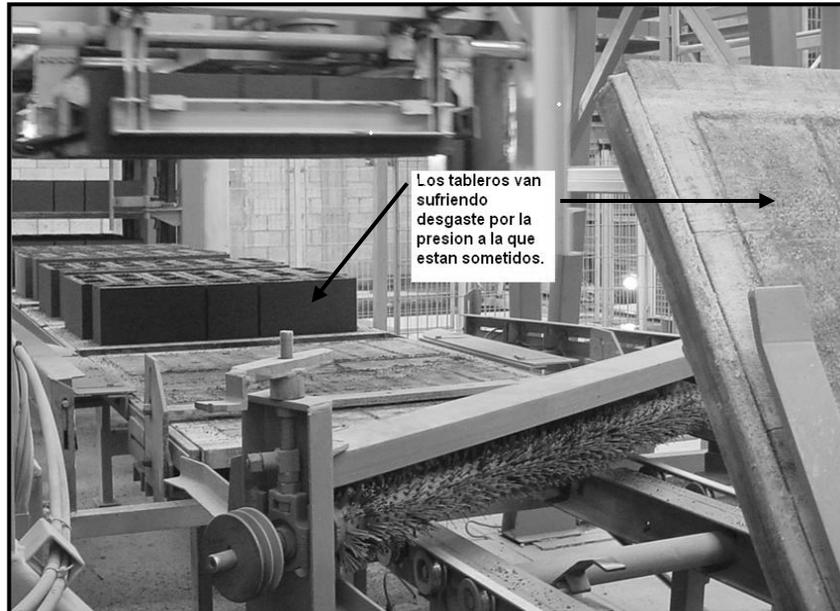
Figura 45. Producción de Moldes



3.3.2.6 Carpintería, tableros y tarimas

Se propone cambiar los tableros según su desgaste; se puede decir que uno por uno ya que el desgaste no es proporcional en todos. Así se puede reducir la inversión y mejorar la calidad del producto en la falla que produce el desgaste ya que este hace variar las medidas y la apariencia del producto. En la imagen se observa el desgaste de los tableros por la presión de la vibración a la que están sometidos.

Figura 46. Desgaste de tableros



3.3.3 Calidad de materias primas

Se propone que para la selección de la materia prima deben tomarse en cuenta un control de la procedencia, calidad y cantidad de los materiales, para garantizar la uniformidad de sus características y, como consecuencia, la de los productos.

Esta propuesta pretende que la selección y la calidad de los agregados dependerán de las características y propiedades de los productos que se vayan a fabricar. Por ejemplo para bloques livianos se utilizan agregados livianos de origen volcánico, que incluyen granzas y arena pómez amarillas y blancas, y escorias volcánicas encontradas en las cercanías de los volcanes.

Este es el material más común con el que se fabrican artículos de concreto en la empresa, debido a la demanda que tiene en el mercado por su precio y aplicabilidad. Para productos de carga más consistentes y de mayor densidad se utilizan los llamados agregados de masa normal que incluyen gravas y arenas naturales de río o mina, polvo de piedra, grava o piedra triturada o la combinación de estos.

Por lo que se propone aplicar un proceso adecuado de vibrocompactación a estos agregados para obtener resistencias más altas comparadas con los materiales livianos. El mejor resultado se obtiene al realizarle los ensayos necesarios propuestos en las pág. 98 a 106 con los que se verifican las condiciones de las distintas fuentes de bancos.

Se propone usar para esta producción cemento hidráulico lo que significa que el cemento al entrar contacto con el agua reacciona químicamente, a diferencia de los agregados el cemento si es inerte pues con presencia de agua se vuelve una pasta que sirve de liga para los agregados que conforman el concreto.

El cemento que se debe utilizar para este tipo de concreto es del cemento UGC 5000 y como el consumo es alto, la empresa lo compra a granel. Los agregados son materiales inertes es decir que no reaccionan químicamente con otros, los agregados constituyen las 2/3 partes del volumen total del concreto.

Los agregados se clasifican en:

- Naturales que son las gravas y arenas del fondo de las orillas de los ríos y quebradas.

- Artificiales: arenas extraídas de las canteras o minas y se separan por trituración de roca, los agregados usados para nuestra producción están bajo normas Coguanor NG041007 Y ASTM C -33, las cuales se describen en la pág.77.

3.3.3.1 Proporción adecuada de los materiales

Hay muchas razones para especificar los límites de graduación y el tamaño máximo del agregado. La graduación y el tamaño del agregado afectan la relativa proporción de los mismos, como también los requerimientos de cemento y agua, trabajabilidad, economía, porosidad y absorción de los productos de concreto.

En la empresa los agregados más utilizados en la fabricación de artículos de concreto son: arena pómez, escoria volcánica, grava de baja absorción de agua, y piedras calizas. En la siguiente tabla se proponen algunos rangos de relación cemento/agregados que son recomendables dependiendo del agregado a utilizar:

Tabla XV. Relación cemento – agregados propuestos

TIPO DE AGREGADO	RANGO DE LAS MEZCLAS POR MASA
Arena pómez	1:4 a 1:6
Arena y grava (absorción baja de agua)	1:8 a 1:12
Caliza o polvo de piedra	1:7 a 1:12
Escoria volcánica	1:5 a 1:8

Actualmente en la empresa se lleva una proporción adecuada de los materiales, ya que la materia prima va saliendo de los depósitos para bandas transportadoras de una manera proporcional, en tiempos estándar para el proceso de producción, se propone utilizar en la formula los siguientes porcentajes para obtener un producto de calidad:

Agregados: 66% a 77%

Agua que se combina con cemento: 6% a 16%

Agua libre y aire: 3% a 5% según la humedad de la materia prima.

Cemento: 12% a 15%.

Se puede observar en la siguiente gráfica cómo queda el porcentaje de agregados y cemento para obtener una lechada de buena calidad y consistencia en la producción. En la gráfica se aprecian las proporciones del concreto entre el cemento y los agregados.

Figura 44. Proporciones para el concreto

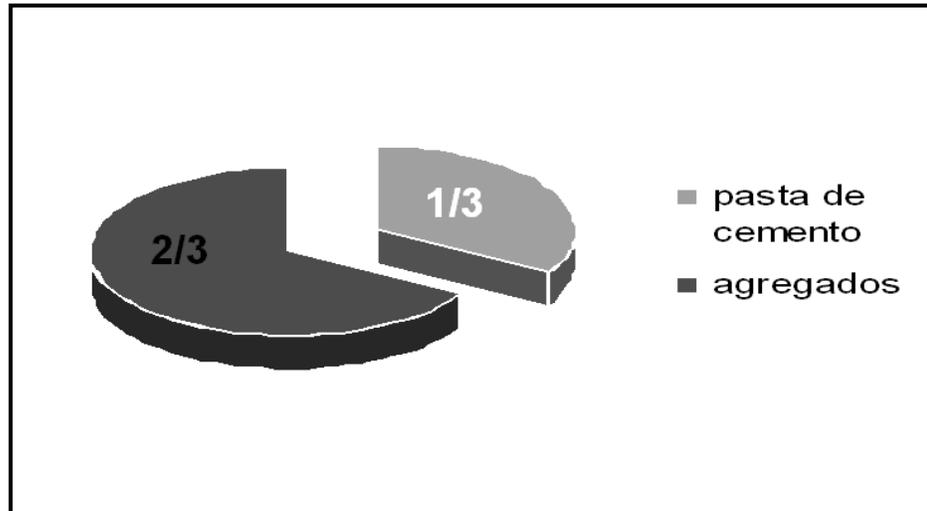
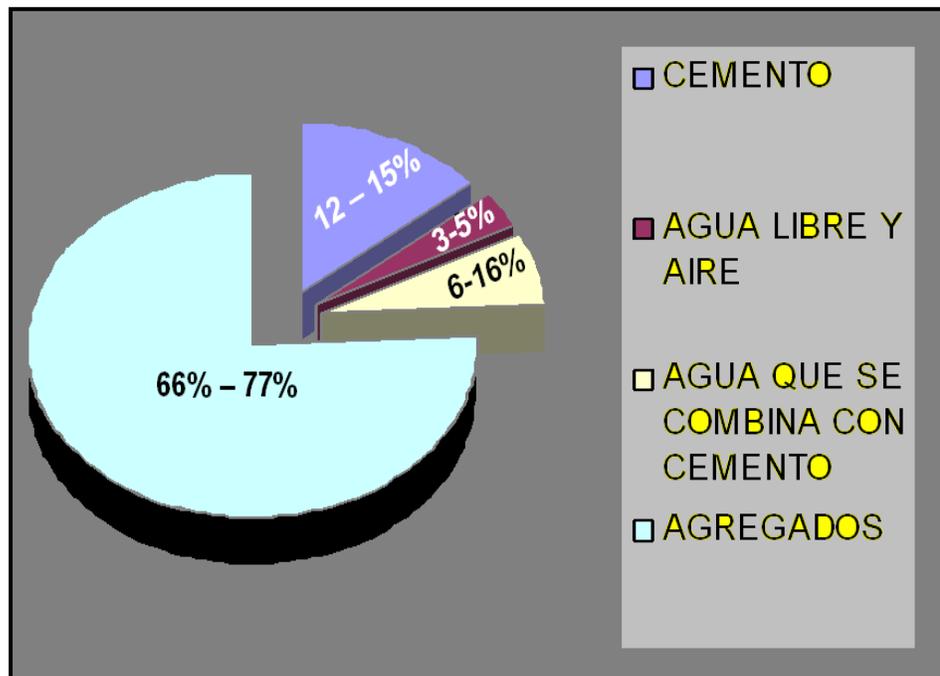


Figura 45. Proporciones de la mezcla en el concreto



En la gráfica se observó la proporción relativa de los elementos del concreto.

3.3.4 Control de calidad en el fraguado, curado y almacenaje

Estos tres puntos se dan en el proceso final del producto, de los cuales el más importante es el fraguado. Dentro del fraguado inicial y final se da el curado la hidratación del cemento, este es muy lento y se da cuando el producto está en el proceso de fraguado donde se incrementa la temperatura, lo cual permite la evaporación de parte del agua necesaria para la hidratación del cemento. El último paso es el almacenaje el cual se saca al patio para ser despachado.

Se propone que, una vez elaborados, los productos deben ser almacenados en un lugar que garantice la protección del sol y del viento, con la finalidad que puedan fraguar (endurecer) sin secarse. Las tablas deben colocarse en estanterías y debe evitarse colocar las unas sobre otras.

Cuando el cemento y el agua entran en contacto sabemos que se inicia una reacción química exotérmica a la que en la empresa se le llama hidratación, (hidratación del cemento). En este tiempo transcurrido, se produce un desprendimiento del calor porque se trata de una reacción de carácter exotérmico que determina el paulatino endurecimiento de la mezcla.

Dentro del proceso de endurecimiento se presenta un estado en que la mezcla pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejar; tal estado corresponde al fraguado inicial de la mezcla, la cual dura de 45 a 60 minutos.

A medida que se produce el endurecimiento normal de la mezcla se presenta un nuevo estado en el cual la consistencia ha alcanzado su punto máximo este se denomina fraguado final. Actualmente se le está dando un 75%, entre 7 y 8 horas, el fraguado ideal es de 10 a 12 horas; y a este no se le puede dar por la alta producción no se puede detener mas tiempo el fraguado en los cuartos de curado.

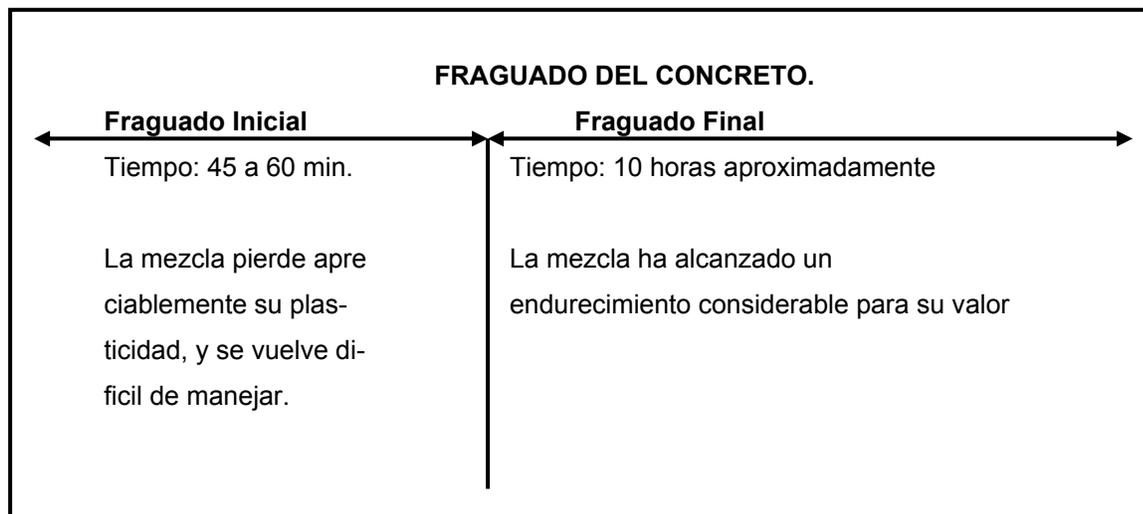
Se propone la construcción de más cuartos de curado un proyecto a largo plazo, ya que por la inversión necesita un estudio y análisis profundo.

3.3.4.1 Fraguado correcto

El tiempo de fraguado de la mezcla es el lapso de tiempo comprendido entre los dos estados inicial y final, el tiempo de fraguado inicial lo alcanza en un valor de 45 a 60 minutos, el tiempo de fraguado final se estima en 10 horas aproximadamente, el cual debe realizarse como la propuesta colocada en el numeral anterior.

En resumen, puede definirse como tiempo de fraguado de una mezcla determinada, el lapso necesario para que una mezcla pase del estado de fluidez al sólido, el fraguado es una parte del proceso de endurecimiento. Lo que observamos en la gráfica a continuación:

Figura 49. Gráfica del fraguado del concreto



En el fraguado inicial que ocurre en los primeros 45 a 60 minutos de su producción, tiempo durante el cual la mezcla pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejar. En el fraguado final que es de 10 horas aproximadamente ha alcanzado un valor considerablemente su endurecimiento

3.3.4.2 Curado correcto

El curado del concreto es la fase que viene después del fraguado del mismo, y esta se presenta cuando ya está endurecida la mezcla. La reacción del curado es muy lenta, por lo que el calor sube con la misma velocidad con que se produjo, generando así un remanente que al acumularse se incrementa la temperatura de la masa, lo cual permite la evaporación de parte del agua necesaria para la hidratación del cemento, que se traduce en una notable disminución de la resistencia final, es por ello que debe mantenerse húmedo el concreto “curándolo”.

Los cuartos son recintos donde el bloque se está curando en presencia de humedad, manteniéndolos térmicamente sellados gracias a la compuerta a la entrada de cada uno de los cuartos tratando de evitar la pérdida de humedad por la evaporación del agua.

Por la alta producción el tiempo de curado en los recintos es muy baja por lo que se propone crear bodegas donde, al producto debe retirarse de las tablas y apilarse en no más de 4 unidades, dejando espacios de unos 2 centímetros entre ellos para que circule el aire. Por lo que estos apilamientos deben hacerse en espacios techados. Ahí se debe proceder al periodo de curado que consiste en mantener durante los primeros siete días por lo menos, las condiciones de humedad y temperatura necesarias para que se desarrolle la resistencia y otras propiedades.

Otra forma de curado que se propone es rociar el producto con agua (usando mangueras provistas de atomizadores, preferiblemente), de manera que no se sequen en ningún momento. Hay que recordar que el producto debe estar protegido del sol y del viento.

Como se observa en las siguientes figuras los cuartos de curado están térmicamente sellados para evitar que salga el vapor y este regrese al producto. Se puede observar que la multiforca lleva producto fresco a un cuarto de fraguado y saca de otro producto que ya se ha curado. En esta imagen se pueden observar los factores importantes en el fraguado y curado del producto terminado.

Figura 50. Cuartos de curado



Figura 51. Cuartos de curado y traslado de la multitorca



3.3.3.3 Almacenaje correcto

Una vez pasada la etapa de curado, el producto puede almacenarse en una bodega o patio en pilas de 8 a 10 hiladas, y por el término de otros 7 días en lo posible, para que los bloques alcancen la resistencia deseada.

Se propone despachar el producto cuando se estime que tienen la resistencia necesaria que señalan las especificaciones. En general lo recomendable es no despacharlos antes de los ocho días de edad, salvo si se usa un aditivo acelerante de fraguado y de resistencia temprana o que utilicen curado a vapor.

Es decir el producto del los cuartos de curado sale con una resistencia la cual no va ha disminuir, pero si podría aumentar si aun mas de lo normal si se tiene un tiempo de curado correcto. Esto significaría una inversión muy alta, para lo que se propone un proyecto a largo plazo.

Figura 52. Almacenaje de bloques



3.3.4.4 Especificaciones de fraguado, curado y almacenaje

Las especificaciones son tolerancias que en algunos casos ya se tienen documentados, pero no se tienen en orden lo cual se busca con esta implementación tomar en cuenta estas tolerancias y límites a diario y no solo cuando la falla sea demasiado visible.

Se propone tomar en cuenta estas especificaciones, las cuales son para toda la producción lo que quiere decir que es para toda clase de producto que se realiza.

Tabla XVI. Especificaciones de tiempo para el producto final

PROCESO	TIEMPO CORRECTO	TIEMPO RECOMENDADO
Fraguado inicial	45 – 60 minutos	45 -60 minutos
Fraguado Final	12 horas	8 a 10 horas
Curado	24 horas	15 horas
Almacenaje	Almacenaje como mínimo techado.	Colocarles las cantidades máximas de estivación para no dañar el producto.

Con estas especificaciones en el producto terminado se obtiene un producto final con un peso adecuado, una absorción apropiada, una apariencia correcta y una resistencia mecánica final alta, dentro del rango mínimo aceptado.

3.3.5 Ensayos finales para el aseguramiento de la calidad

Es precisamente en esta fase de evaluación que se determina la calidad de los bloques de concreto. En otras palabras, los resultados obtenidos en los ensayos y criterios aplicados en esta fase, permitirán determinar las condiciones de aceptación o rechazo del producto, o su mejoramiento y corrección en los procesos o criterios que pudieron estar afectando; el alcance de esta fase depende de los lineamientos de la empresa.

Se propone la realización de ensayos finales, con un control correcto los cuales deben ser muy exactos y verídicos, ya que el proceso tiene una línea de control en todo subproceso, para localizar las fallas y establecer en que parte del proceso se detecto y el porqué se dio.

Se realizan los ensayos convencionales de los cuales dependen las características finales de los productos de concreto como lo son el peso, la absorción, la apariencia, las medidas y la resistencia. Existe diversidad de ensayos y criterios que se pueden realizar al producto a continuación se proponen los más importantes a considerar en la empresa por su producción de artículos de concreto.

3.3.5.1 Peso correcto

El peso en los productos que se realizan en Ferretería y Fábrica de Artículos de Concreto Sociedad Anónima, tiene sus especificaciones y tolerancias aceptables para cada uno. Los productos como los block, adoquines y tubos, tienen sus diferentes especificaciones y divisiones.

Por lo que se propone tomar en cuenta las siguientes especificaciones. Los bloques se dividen en pesados, medianos y livianos, los cuales no deben bajar de 25 kg /cm² ni subir de 70kg/cm².

Sus resistencias finales no deben bajar de 25 kg/cm², 35 kg/cm² y 70 kg. /cm². A menos que sean +/- 2 kg. /cm².

Los adoquines se dividen en tráfico pesado y su resistencia mínima debe ser de 280 kg/cm² y tráfico liviano y su resistencia mínima debe ser de 210 kg/cm².

Los tubos se dividen en dos clases con refuerzo y sin refuerzo. La resistencia y su peso van a variar dependiendo el diámetro.

3.3.5.2 Absorción adecuada

La saturación o absorción máxima es la cantidad de agua que puede absorber un producto durante un periodo de 24 horas, bajo determinadas condiciones señaladas en esta propuesta. Por lo que se propone utilizar el método de la absorción de agua por volumen de la norma Coguanor NGO 41 056h1.

Los pasos a seguir se presentan en el siguiente diagrama de bloque. Este porcentaje de absorción se mide por el peso del producto seco y el peso final después de estar sumergido de ocho a 10 horas en agua.

X: absorción máxima, en porcentaje de masa

M sat.: Masa del espécimen humedecido a saturación, en kg.

M seco: Masa del espécimen completamente seco, en kg.

3.3.5.3 Apariencia

Este proceso de verificación que se propone consiste en verificar a simple vista cualquier irregularidad de los bloques de concreto.

Para que se aplique se requiere una persona con experiencia, ya que depende del criterio y debe estar bien fundamentado, y se debe relacionar cualquier problema de producto final con todo el proceso de fabricación. Aquí se propone aplicar los criterios de aceptación o rechazo, por ejemplo al presentarse ligeras grietas o rajaduras, pequeñas astilladuras (deben estar dentro de 0 a 25mm. Y que no se observe ninguna clase de contaminación.

De la apariencia física de un producto depende en la mayoría de veces la calidad de estos, para saber que tiene características finales buenas, debe estar libre de basura, contaminación, medidas aceptables a la vista y una buena presentación estética.

3.3.5.4 Medidas

Las medidas son muy importantes para la calidad, por lo que se propone una tolerancia de $\pm 2\text{mm}$, cuando el producto comienza a subir en esta tolerancia es porque se deben cambiar moldes o tableros dependiendo en que parte este alterada la medida.

3.3.5.5 Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión es un índice de la capacidad de soportar carga y también de la durabilidad de un bloque de concreto. Se define como la máxima resistencia del producto ensayado mediante la aplicación gradual de carga, perpendicularmente a la sección de que se trate. El procedimiento de este ensayo que se propone es el siguiente:

- Seleccionar las unidades a ensayar, con edades determinadas. Si se presentan irregularidades en la superficie del bloque a ensayar, puede ser necesario el recubrimiento con azufre para su nivelación.
- La unidad a ensayar se coloca en espacio adecuado de la máquina de ensayo, de forma que el centroide de sus superficies de carga quede alineado verticalmente con el centro de aplicación de carga de la máquina.
- A una velocidad conveniente normalizada, se aplica la carga gradualmente.
- Se procede a tomar la lectura de la carga máxima por el bloque.

La presentación con que deben darse los resultados pueden expresarse en resistencias sobre el área bruta o sobre el área neta. El área bruta es la superficie total del producto, sin descontar los vacíos o huecos. El área neta es la superficie total menos la superficie de los vacíos o huecos. Las fórmulas a utilizar propuestas son las siguientes:

$$R_b: f/A_b$$

En donde:

R_b : resistencia a la compresión sobre el área bruta, expresada en mega pascales (N/mm²), psi (lb/pulg²) o kg/cm².

F : carga máxima de rotura o falla, en newtons, kilogramo fuerza o libras fuerza.

A_b : superficie o área bruta, en mm², cm², o plg².

La relación con la resistencia sobre el área neta es:

$$E_n: R_b \times A_b/A_n$$

Donde:

R_n : resistencia a la compresión sobre el área neta.

A_b : superficie o área bruta

A_n : Superficie o área neta

La empresa cuenta con esta máquina de ensayo que es la máquina universal de compresión, por lo que se propone utilizarla siguiendo el procedimiento descrito. La máquina se puede observar en la figura siguiente, esta se encuentra en el laboratorio de control de calidad de Ferretería y Fábrica de Artículos de Concreto, Sociedad Anónima.

Figura 54. Máquina universal de compresión



En el block su característica física y mecánica esta establecida en las normas Coguanor NGO 41054 clasifica los bloques de acuerdo con la carga y capacidad de soportar carga y su grado de exposición a condiciones ambientales. Para los cuales la norma establece las siguientes especificaciones que se propone tomar en cuenta que son de la norma mencionada.

A continuación se detallan los requisitos de resistencias mínimas a compresión especificadas en la norma Guatemalteca Coguanor NGO 41054:

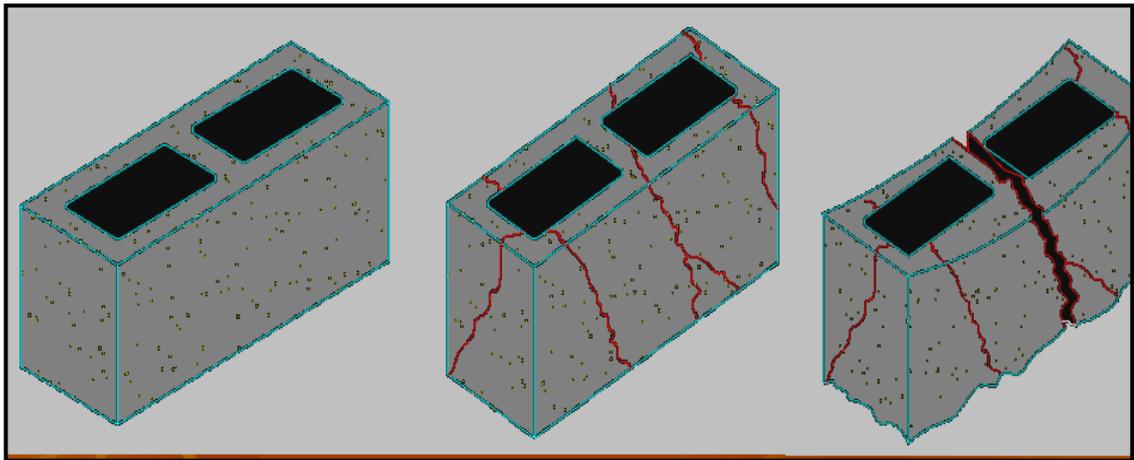
Tabla XVII. Resistencia mínima a compresión. Tomando como base el área bruta

CLASE O GRADO	PROMEDIO DE 5 BLOQUES		PROMEDIO DE UN BLOQUE	
	Mpa(N/mm ²)	kg/cm ²	mpa(N/mm ²)	kg/cm ²
Clase A: (para soportar carga)				
Grado 1: usos generales	6.9	70	800	56
Grado 2 Usos limitados	4.80	49	600	42
Clase B: para no soportar carga				
Grado 2: usos limitados	2.50	25	300	21

Esta es la prueba más importante que debe pasar el producto final, y obtener un rango dentro de las especificaciones y tolerancia si la resistencia final es más alta que la que pide la especificación es mejor entre más alta esté el producto es de mayor calidad.

En la siguiente figura se observa cómo es que comienza a fallar el bloque al ser sometido a diferentes fuerzas para obtener el resultado de su resistencia, cualquier producto de concreto tiene ya un 80% de su resistencia a las veinticuatro horas de edad la resistencia que toma después de este tiempo es poca ya no sube mucho por las condiciones que se encuentra el producto terminado en el almacenaje.

Figura 52. Falla de resistencia a compresión en bloques



Así mismo cómo es que el bloque sufre de aplastamiento pues este es el tipo de falla a compresión.

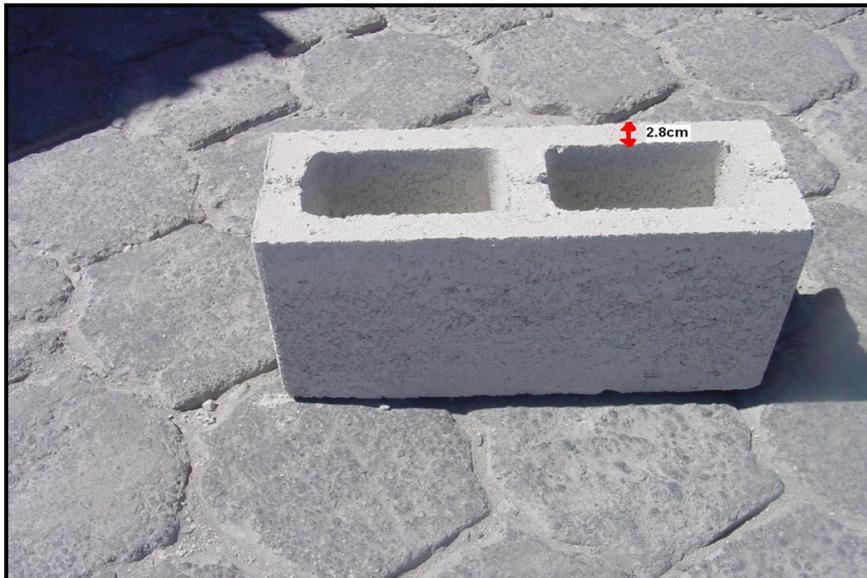
Esta falla se produce cuando se está probando la resistencia del producto final, la cual va a variar dependiendo de la edad en días que tenga el producto; en esta prueba se puede saber si todo el proceso estuvo controlado adecuadamente y si se realizaron los estudios correctamente en la materia prima en el proceso de producción.

En esta prueba el block se destruye a compresión o como un aplastamiento, el cual debe darse después de su resistencia máxima. Los bloques se dividen según su masa en pesados, medianos y livianos.

Nota: el grosor de las partículas no debe pasar de $1/3$ del espesor de las paredes del bloque.

Ejemplo: si la pared de nuestro bloque es de 2.8 cm. de espesor la tercera parte es de $2.8/3$ o sea de 0.933cms. Por lo que el tamaño máximo del agregado grueso en este caso la granza (pómez) debe ser debajo de $3/8$. El agregado grueso fuera de especificación daña la resistencia del bloque.

Figura 56. Ancho de Pared



En la figura se observa el ancho de pared del block en cuya pared el agregado grueso no debe ser mayor a $1/3$ del grueso de las paredes. Las medidas del agregado grueso en centímetros, que se utilizan son las siguientes, las cuales varían dependiendo el producto.

$$5/16'' = 0.7937 \text{ cm.},$$

$$11/32'' = 0.8731 \text{ cm.}$$

$$3/8'' = 0.9525 \text{ cm.}$$

$$7/16'' = 1.1112 \text{ cm.}$$

En el adoquín las características físicas y mecánicas de los adoquines no están normadas por una identidad COGUANOR, sin embargo el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII de la Universidad de San Carlos de Guatemala ha clasificado los adoquines en:

Adoquín tráfico liviano que debe fallar hasta lograr como mínimo:

$$210 \text{ kg. /cm}^2 \text{ a compresión}$$

$$42 \text{ kg. /cm}^2 \text{ a flexión}$$

Adoquín tráfico pesado debería fallar hasta lograr como mínimo:

$$280 \text{ kg. /cm}^2 \text{ a compresión y}$$

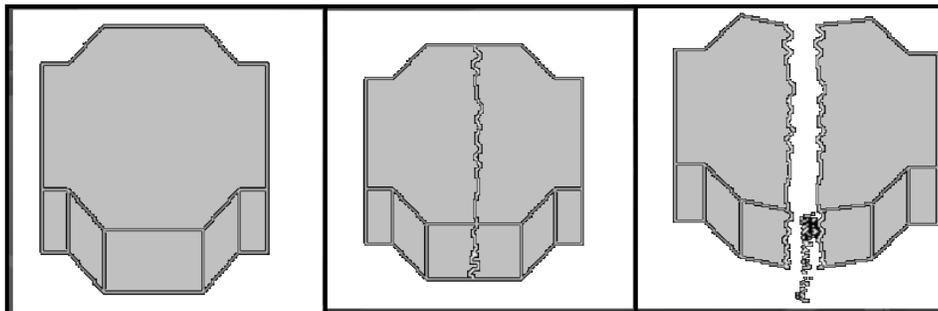
$$51 \text{ kg. /cm}^2 \text{ a flexión}$$

Estas especificaciones son de mucha utilidad, para informarle al cliente sobre el tipo de producto y la utilización que debe dársele.

Nota: es importante recalcar que los adoquines no fallan a compresión si no a flexión.

Como se observa en la figura 57, el adoquín no sufre aplastamiento como los bloques y tubos, no si este tiende a partirse en dos pues es el tipo de falla que presenta es a flexión.

Figura 57. Falla del adoquín en la prueba de resistencia



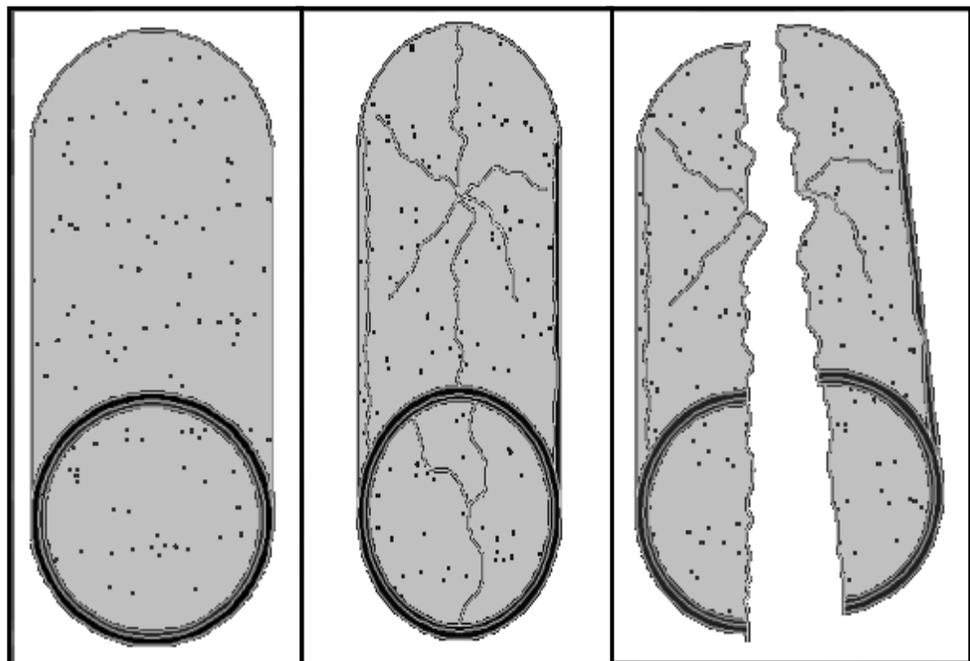
En la figura 57 se observa el comportamiento del adoquín durante la prueba de resistencia, la cual es una de las pruebas finales que se le hace a este producto cuyo resultado no debe salir menor a su resistencia mínima, y de esta manera verificar la calidad del producto que se ha procesado.

Las especificaciones de las características físicas y mecánicas de los tubos así como sus medidas están establecidas por la norma ASTM C-14 ASTM C-76 para los tubos de concreto con refuerzo y sin refuerzo. Estas tablas se pueden ver en los anexos.

Los tubos de concreto al igual que los bloques fallan a compresión, en la prueba final de resistencia que se realiza en ellos en la que la falla lleva un proceso.

En la figura 59 se observa como el tubo de concreto sufre aplastamiento como los bloques por lo que el tipo de falla que presenta que es a compresión.

Figura 59. Falla del tubo en la prueba de resistencia



El resultado de esta prueba es positivo para nuestro objetivo, si la resistencia obtenida en la máquina de compresión universal da como dato la resistencia mínima que pide la especificación de este producto.

En la figura se observa un lote de tubos en el almacenaje final los cuales ya se han tomado muestras para estudiar su resistencia, medidas y apariencia final.

Figura 59. Producción de tubos



Nota:

De nada sirve por ejemplo saber la resistencia de un grupo de productos si no se sabe la edad que tienen.

3.3.5.6 Especificaciones finales del producto

La importancia de que el resultado de las pruebas finales del producto se encuentre dentro de la tolerancia de sus especificaciones es elemental para el aporte de datos verídicos y satisfactorios para respaldar la calidad de los productos.

Las especificaciones finales en el producto son importantes ya que en ellas se observa si realmente se ha procesado un producto con calidad o no, los tres productos que se producen en sus diferentes estilos y tamaños cada uno tiene sus especificaciones de producto terminado.

En los bloques se tienen las especificaciones que se detallan en la tabla diez donde estos se dividen según su masa en pesados. Medianos y livianos.

Tabla XVIII. División de bloques según su masa

Tipo		Resistencia mínima
Pesados	Mayores de 2000	70Kg
Medianos	De 1600 a 2000	50Kg y 35 Kg.
Livianos	Menores de 1600	25Kg

Según la norma Coguanor 41054 en las medidas puede aceptarse una tolerancia de +/- 2mm independientemente de la clase de producto, ya sea un bloque o tubo porque para adoquines no hay cobertura de Coguanor.

Se propone tomar en cuenta lo establecido por la norma Coguanor NGO 41054 que establece para los bloques de concreto designaciones por su nombre seguido del tipo (pesado, medio o liviano), clase (capacidad de soportar carga) y grado (aptitud para resistir exposición a agentes nocivos ambientales). Los bloques deben ser marcados con pintura roja, verde o negra como se indica en la tabla.

Cada unidad de block producida se identifica según su grado, clase y resistencia esto ayuda a la hora de despacho donde cada color identifica cada lote según su especificación.

En la tabla once se observa la forma de clasificación, la cual es identificada con colores.

Tabla XIX. Clasificación de los bloques según su resistencia

Color de identificación	Clase	Grado	Resistencia kg./cm²
Rojo	A	Usos generales cualquier clima	70

Verde	A	Usos limitados debe ser protegido	50 y 35
Negro	B	Usos limitados debe ser protegido	25

A Soporta Carga

B No Soporta Carga.

Las normas ASTM y la entidad de normas COGUANOR no tienen especificaciones de adoquín y en Guatemala el criterio que se utiliza para las especificaciones de este producto es el que da el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la USAC.

Por lo que esta entidad clasifica el adoquín de dos maneras.

Tráfico pesado

Tráfico liviano

Esta clasificación se detalla en la tabla siguiente por el soporte mínimo y la falla que se obtiene en el adoquín.

Tabla XX. División de los adoquines

Clase	Soporte mínimo	Falla
Tráfico pesado	280 kg/cm ³	Compresión
	51 kg/cm ²	Flexión

Trafico liviano	210kg/cm ³	Compresión
	42kg/cm ²	Flexión

Nota: Es importante recalcar que la falla que se produce al realizar la prueba de resistencia es a flexión y no a compresión.

Para el adoquín no existen normas pero se guía por las medidas establecidas y estudiadas en el centro de investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Estas medidas y exigencias son utilizadas en Guatemala para el adoquín.

Para establecer un control correcto en los tubos se deben seguir las normas que están ASTM descritas en los anexos. Según la clasificación de los tubos, se tendrá las especificaciones que se describen en las normas. Otras especificaciones de la norma ASTM C-1479 donde se detalla bajo que condiciones se debe fabricar e instalar los tubos.

- 1 La longitud no debe ser mayor de 1.20 ni menor de 0.75
- 2 Toda tubería de un mismo diámetro deberá tener la misma longitud.
- 3 El grueso de la campana será tres cuartos del grueso de la pared del tubo.

Las especificaciones para tubos con refuerzo de norma ASTM C-1479 pide requisitos tales como:

- 1 El acero de refuerzo cuando se requieren dos camas circulares pueden modificarse con las siguientes alternativas:
- 2 Una cara de refuerzo interior y una cama de refuerzo elíptico.
- 3 Una cama de refuerzo exterior una cama de refuerzo elíptico...
- 4 El acero de refuerzo estructural grado 40 como mínimo.
- 5 Recubrimiento mínimo de una pulgada.

Para que la duración de este producto sea mayor, debe tener una adecuada instalación en la figura cuarenta y tres se observa la forma correcta de la colocación del tubo que se quiere dar a entender las tablas de las normas descritas los anexos.

Figura 60. Instalación correcta de una tubería de concreto



3.3.6 Formatos

Los registros de las diferentes áreas establecidos en formatos se ejecutan para poder monitorear el comportamiento de la producción y en cada proceso se llena uno o varios formatos, los cuales se codifican con base en el control que se lleva se le colocara el número correlativo empezando desde el primer proceso.

Estos registros son importantes para establecer gráficos y poder deducir y prestar atención en donde se tiene el error si es con un producto a medio proceso o un producto terminado, incluso el error puede estar en materia prima fuera de especificaciones.

3.3.6.1 Formatos para los agregados

Estos registros están en la sección 3.3.1.2 de la página 109. Y es donde comenzó la codificación de los registros.

3.3.6.2 Formatos para el proceso de producción

Para los demás puntos del proceso se proponen los siguientes registros comenzando con el registro de control de medidas que es el F-CAL-09 se establecerá el comportamiento de las medidas del producto y de estos resultado se establecerá un tiempo para el cambio del molde o conocer cualquier factor que afecte la medida.

En el registro F-CAL- 08 se observará si se está cumpliendo con la fórmula según las condiciones climáticas (ya que en invierno se utiliza un 2% del agua que se usa normalmente porque la materia prima viene mojada).

Y en el F-CAL-10 se registrará el comportamiento de la resistencia del concreto para verificar la que la formulación y todo el proceso que influye en el concreto.

En el F-CAL-09 es el registro de control de medidas en el cual se pide el nombre del producto que se va a muestrear, el nombre del encargado que saca la muestra, el turno y la hora de la muestra. En el cual se colocarán las medidas que se piden y se sacará un promedio y alguna observación que se tenga o algún proceso que este fuera de lo común.

Figura 61. Formato de control de medidas

																			
REGISTRO DE CONTROL DE MEDIDAS DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD																			
F-CAL-09		Producto:						Encargado:											
TURNO I																			
DIA																			
Muestra	Hora	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO		
		Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho
Muestra 1																			
Muestra 2																			
Muestra 3																			
Muestra 4																			
Muestra 5																			
Muestra 6																			
Muestra 7																			
Muestra 8																			
Muestra 9																			
Muestra 10																			
		Producto:						Encargado:											
TURNO II																			
DIA																			
Muestra	Hora	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES					
		Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho			
Muestra 1																			
Muestra 2																			
Muestra 3																			
Muestra 4																			
Muestra 5																			
Muestra 6																			
Muestra 7																			
Muestra 8																			
Muestra 9																			
Muestra 10																			
Observaciones:																			

En el F-CAL-08 se controla la dosificación de la mezcla y este formato pide el producto, nombre del analista y nombre del supervisor, ya que se está llegando a verificar que las dosificaciones se estén colocan verídicamente.

También se pide la apariencia de la mezcla el peso el rendimiento que se obtuvo el volumen y el peso, también las observaciones se debe observar si algo se salió de lo común.

Este formato se verificará a la hora de los ensayos finales del producto para controlar en donde se puede tener la falla del proceso si se tuviere.

Figura 62. Formato de dosificación de la mezcla

 Hoja De Control de Las Dosificaciones en la Mezcla																			
F-CAL-08												Producto _____							
												Analista: _____							
												Supervisor: _____							
tamento de Control de C:																			
No	Fecha	Turno	Dimensiones				Apariencia			FORMULACION DE LA MEZCLA / BACH						Ensayo	Rendimiento	Cemento/	Volumen
			ancho	largo	Grosor	Alto	B	R	M	Polvo. P	Escoria	Granza	P 3/8	P 1/4	Agua				
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			

3.3.6.3 Formatos para fraguado curado y almacenaje

El registro para estos últimos procesos de producto terminado se propone establecer en un solo registro en el cual se registrarán los tiempos de cada uno y el lote al que pertenecen. Este tendrá el código F-CAL-11.

3.3.7 Análisis económico

Un criterio que prevalece dentro de los fabricantes de artículos de concreto es considerar que aplicar procedimientos de control de calidad implica una inversión, que hace que el costo unitario del producto aumente.

Si los procesos se aplican de una forma inadecuada, este razonamiento puede ser válido. Es por eso que se considera que la implementación de un departamento de control de calidad debe ser acomodada a la economía de la fábrica, considerándose con evaluaciones constantes y ordenadas, de forma que se obtengan beneficios en el renglón económico.

Desde el punto de vista de control de calidad se consideran las siguientes clases de costos:

3.3.7.1 Costos de prevención

Tienen la finalidad el evitar que ocurran defectos. O sea que son todos los costos en que se incurra para la implementación del departamento y el seguimiento de toda mejora propuesta.

Los elementos que los componen son, el ingeniero encargado de control de calidad y los supervisores que fueron capacitados en temas de control de calidad.

En estos costos entran:

1. Planeación de la calidad: es un trabajo del gerente de calidad en el cual se establecen los gastos correspondientes al tiempo que el personal del departamento invierte en la planificación de los procesos normales y de algunos nuevos exigidos por nuestros clientes. Para este rubro vendría siendo un costo fijo anual aproximado de Q.70,000.00
2. Control de procesos: comprenderán los gastos originados por el tiempo que el personal del departamento de control de calidad emplea en estudiar y analizar los proceso de fabricación, con el fin de establecer los medios de control y mejorar la capacidad existente del proceso, axial como proporcionarle ayuda técnica (capacitaciones) al personal operativo. Este costo variará dependiendo de las capacitaciones que autorice la gerencia a realizar y quien las dará, etc. También los gastos de papelería, y oficina que se realicen aparte de la inversión principal que se realiza con la compra de los instrumentos de laboratorio, el costo de los instrumentos se encuentran en la página 173. Para lo que se estiman Q.10, 000 anuales.
3. Instrucciones de calidad: estos son los gastos de las capacitaciones que se impartirán al personal involucrado, que en este caso es al gerente, supervisor, encargados y personal de planta que son los principales colaboradores. Este costo dependerá si quien imparte la capacitación es el gerente de calidad o personas ajenas a la empresa.

3.3.7.2 Costos de evaluación

En estos se incluyen los gastos necesarios para conservar en la fábrica los niveles de calidad, por medio de una estimación formal de la calidad de los productos, estos gastos comprenden los de los elementos de inspección, pruebas (muestreos, ensayos), sanciones y auditorias de calidad.

En estos costos se incluirán:

1. Inspección y pruebas de materiales comprados: es el tiempo de mano de obra dedicado a las pruebas y a la inspección del material comprado y el producido, este costo equivale a un costo fijo anual más un costo variable de Q.70, 000 + Q. 25,000.
2. Laboratorio de pruebas de aceptación: los costos de las pruebas será el costo del equipo de laboratorio faltante en cual tendrá un costo de Q.65000.00 según cotizaciones realizadas, los cuales se detallaran a continuación:

Tabla XXI. Instrumentos propuestos a utilizar en el laboratorio

cantidad	instrumento
1	Tamiz No. 3/8"
1	Tamiz No. 4"
1	Tamiz No. 8"
1	Tamiz No. 16"
1	Tamiz No. 30"
1	Tamiz No. 50"

1	Tamiz No. 100”
1	Tamiz No. 200”
1	Tamiz No. 1”
1	Tamiz No. 1 ½ “
1	Tamiz No. ¾ “
1	Tamiz No. ½ “
1	Tamiz No. ¼ “
1	Tamiz No. 5/8 “
1	Tamiz No. 5/16 “
1	Tamiz No. 5”
1	Tamiz No. 12”
1	Tamizadora Ro-Tap 8 pulgadas, 220 Voltios 60 hertz
1	Tamizadora de áridos
1	Plantilla de patrones de color
2	Botellas graduadas de impurezas orgánicas.
2	Cepillo para tamices finos
2	Cepillo para tamices gruesos
2	Recipiente y/o probeta de 1200ml graduados (este también puede ser un frasco graduado)
2	Recipiente y/o probeta de 600ml graduados
1	Balanza de triple astil
1	Balanza de servicio pesado
1	Bandeja rectangular
1	Bandeja cuadrada
1	Cesta de densidad
1	Cucharón de fondo redondo de 1litro de capacidad
1	Embudo plástico
	Electrodos de bronce de 1.6mm de diámetro
2 libras	Soda cáustica
1	Soldadura.

3.3.7.3 Costos por fallas

Causadas por producto defectuoso o que no cumple con las especificaciones (producto en desperdicio, quejas de los clientes, devoluciones, etc.) se obtuvo el costo de una devolución de bloques y adoquines, el cual dio el siguiente resultado:

En la tabla III de la página 48 se pueden observar los costos que se tienen por una devolución, los cuales pueden evitarse teniendo un control adecuado:

1. SE PIERDE Q. 1.81 POR CADA ADOQUÍN QUE REGRESE TOTALMENTE PARTIDO O INSERVIBLE.
2. SE PIERDE Q. 0.44 POR CADA ADOQUÍN QUE REGRESA, AUNQUE ESTE SE VUELVA A VENDER

El producto no se pierde al cien por ciento pero la venta si, porque si no se tuviera la devolución se hubiera vendido el doble. Por lo tanto se obtendría más ganancia no se hubiese una devolución. Se pierden Q.23 000.00 en producto bueno y Q.10 000.00 en productos que regresan inutilizables.

Entre otros factores que se pierden son consideradas sin un valor monetario, pero muy importantes son los siguientes:

- 1 Prestigio de la empresa

- 2 Pérdida del cliente por la insatisfacción.
- 3 Informaciones mal intencionadas de nuestro producto y empresa.
- 4 En lugar de tener más clientes por nuestra calidad disminuirán.

Estos análisis, por lo tanto, dependen de la capacidad de producción que se cuente, ya que no es lo mismo hablar de una gran capacidad, de mediana capacidad y una pequeña capacidad.

3.3.8 Relación beneficio-costo de la implementación del departamento de control de calidad

La relación beneficio/costo está representada por la relación ingresos y egresos. En el proceso de colocar cifras en quetzales de los diferentes costos y beneficios que implican en la implementación del departamento de control de calidad, se puede estimar el impacto financiero acumulado de lo que implica lograr la implementación de dicho departamento.

- 1 $B/C > 1$ implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.
- 2 $B/C = 1$ implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.
- 3 $B/C < 1$ implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Tabla XXII. Costos y beneficios de la implementación

Costos		Beneficios	
Mano de obra anual	Q150 000.00	Ahorro en reproceso	Q 70 000.00
Inversión única de equipo		Ahorro en devoluciones	22 930.60
De laboratorio	65 000.00	Logro de contratos con municipalidades	900 000.00
Producto para prueba de laboratorio	25 000.00		
Gastos administrativos	10 000.00		
Pérdida de clientes por la competencia	200 000.00		
Costos totales	Q450 000.00	Beneficios totales	Q992 930.60

Este análisis demuestra un beneficio sustancial, ya que la relación de beneficios a costos es de Q. 2.21 de retorno por cada quetzal gastado (Q.992,930.6/Q.450,000.00), lo cual se convierte en un retorno positivo y se puede decir que es un proyecto rentable.

Se puede decir que la implementación del departamento de control de calidad es un proyecto rentable, porque es una inversión que se puede recuperar en un corto plazo porque aumentaría las ventas, se pueden lograr contratos millonarios con las municipalidades y no se perderían clientes, por el contrario se llamarían más.

3.3.9 Análisis de la situación actual contra propuesta

Actualmente, la empresa tiene devoluciones y mucho producto defectuoso que se regresa del almacenamiento y cuando sale de la máquina con un control esto disminuirá en un 90% a corto plazo, ya que se realizarán estudios de los comportamientos del producto y sus fallas.

Cuando el producto fallado sale de la máquina de producción la pérdida es menor, ya que solo se tiene que reprocesar y si el producto fallado es encontrado en el patio de almacenamiento la pérdida es total. Ya que este no se puede reprocesar.

3.3.10 Ventajas económicas de la implementación

Dentro de las ventajas que implica la implementación de calidad se podrán mencionar:

- 1 Alcanzar nuevos mercados
- 2 Prestar servicios eficientes
- 3 Lograr la fidelidad de los clientes
- 4 Se logra una mano de obra calificada para obtener un mejor uso del tiempo laboral, menos desperdicios en los materiales de trabajo y un mejor uso de los recursos de la empresa (maquinaria, herramienta y áreas de trabajo)
- 5 Producto final de mayor calidad
- 6 Obtención de resistencias normalizadas, lo que hará más competentes en el mercado.
- 7 Satisfacción del cliente, esto significa aumento de la demanda de nuestros productos.
- 8 Hacer que las devoluciones sean cero superando las expectativas de los clientes.

4. LA EMPRESA Y EL MEDIO AMBIENTE

Esta propuesta pretende ser un instrumento de referencia para poder cumplir con el reglamento del manejo de la contaminación ambiental. El cuidado y protección del medio ambiente es y debe ser de interés de toda la población, sin distinción de razas, credos o condiciones sociales.

El cuidado y protección del medio ambiente es tarea de toda la población en conjunto con el gobierno, pero también se menciona la incapacidad en cuanto a recursos y tecnología por parte del gobierno para dar solución al problema.

Lo cierto es que mientras el gobierno no responda a las necesidades de su ciudadanía, el medio ambiente y la población son los que están pagando las consecuencias, es por ello que las autoridades tanto locales, como nacionales federales deben buscar e implementar mecanismos que sensibilicen a la población, para así ser responsables de nuestros propios actos y contribuir a detener el deterioro ambiental en la región y así prevenir cualquier contingencia que pudiera tener algún efecto negativo en la sociedad y el medio ambiente local.

4.1 Artículos que afectan de la legislación vigente

La Constitución Política de la República de Guatemala establece que el Estado de Guatemala se organiza para proteger a las personas y a las familias, siendo su fin supremo la realización del bien común, y garantizar a los habitantes la vida, libertad, la justicia, la seguridad, la paz y el desarrollo integral de la persona.

Entre los artículos a los cuales se está afectos se encuentran el artículo 97 de la Constitución Política de la República que literalmente dice:

Artículo 97.- Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

También puede guiarse en el reglamento del Ministerio de Medio Ambiente y recursos naturales, el cual ayuda para cumplir con los estatutos y normas que exigen.

4.2 Forma de afectar el medio ambiente con el polvo

El polvo que se mantiene en la atmósfera ocasiona enfermedades respiratorias, alérgicas e intestinales. La población más propensa para sufrir por la contaminación ambiental son los niños menores de cinco años que de no recibir atención médica oportuna pueden llegar a la muerte en casos de neumonía.

4.3 Forma de afectar el medio ambiente con el humo

El humo, así como el polvo, ocasionan enfermedades respiratorias. El humo puede causar cáncer pulmonar, es peor que si una persona fumara, el humo que se produce en FFAC, S.A. es de los tráileres y camiones que entran y salen a cada rato de la empresa.

4.4 Documentación propuesta sobre el medio ambiente

El humo puede reducirse haciendo servicio constante a los vehículos propiedad de la empresa. Colocando y revisando que su ecualizador de gases este funcionando bien.

Para combatir el polvo primero se mandarán hacer análisis y así deducir la cantidad de polvo que se produce. Actualmente la planta se encuentra en una zona industrial de Chimaltenango, donde son pocas las residencias cercanas que afecte.

4.5 Guía ambiental

Esta guía pretende ser un instrumento de ayuda para la empresa y el medio ambiente, por que la mitad de los materiales empleados en la industria de la construcción proceden de la corteza terrestre, siendo su naturaleza cada vez más compleja a medida que se diversifican los materiales utilizados. Este hecho limita las posibilidades de reutilización y reciclado de los residuos.

Si bien es cierto que el procesado de materias primas y la fabricación de los materiales generan un alto coste energético y medioambiental, no es menos cierto que la experiencia ha puesto de relieve que no resulta fácil cambiar el actual sistema de construcción y la utilización irracional de los recursos naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales, brillan por su ausencia frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales.

Por ello, se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización racional de materiales que cumplan sus función es sin menos cabo del medio ambiente.

Conocido es que los materiales de construcción inciden en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, desde su primera fase; esto es, desde la extracción y procesado de materias primas, hasta el final de su vida útil; es decir, hasta su tratamiento como residuo; pasando por las fases de producción o fabricación del material y por la del empleo o uso racional de estos materiales en la Edificación.

- a. **La fase de extracción y procesado de materias primas** constituye la etapa más impactante, dado que la extracción de rocas y minerales industriales se lleva a cabo a través de la minería a cielo abierto, en sus dos modalidades: las canteras y *las graveras*.

El impacto producido por las canteras y graveras en el paisaje, su modificación topográfica, pérdida de suelo, así como la contaminación atmosférica y acústica, exigen un estudio muy pormenorizado de sus efectos a fin de adoptar las medidas correctoras que tiendan a eliminar o minimizar los efectos negativos producidos.

Esto es en la producción del polvo de piedra, el pedrín la producción de estas materias primas afecta mas el ambiente que el de la escoria volcánica por que la utilización de esta es como limpiar el medio ambiente de las erupciones volcánicas.

- b. **La fase de producción o fabricación de los materiales de construcción:** representa igualmente otra etapa de su ciclo de vida con abundantes repercusiones medioambientales.

Lo cierto es que en el proceso de producción o fabricación de los materiales de construcción, los problemas ambientales derivan de dos factores: de la gran cantidad de materiales pulverulentos que se emplean y del gran consumo de energía necesario para alcanzar el producto adecuado.

Los efectos medioambientales de los procesos de fabricación de materiales se traducen, pues, en emisiones a la atmósfera de CO₂, polvo en suspensión, ruidos y vibraciones, vertidos líquidos al agua, residuos y el exceso de consumo energético.

- c. **Áreas protegidas o ambientalmente frágiles:** verificar la cercanía de los bancos y canteras con áreas protegidas o ambientalmente frágiles, por lo que se debe consultar la información existente en el Área de Conservación del Ministerio del ambiente correspondiente.

Dentro de este grupo se encuentran los proyectos que se ubican dentro de la zona de protección marítimo Terrestre o que colinden con ella, en cuyo caso también se deberá investigar en la Municipalidad del lugar donde se encuentren las canteras o bancos de agregados sobre las restricciones a que se encuentran a las que se encuentren sometidos los mismos.

- d. **Amenazas naturales:** para una gran cantidad de lugares, existen mapas de riesgo a las amenazas naturales, tales como deslizamientos, inundaciones, licuefacción, fallas geológicas, amenaza volcánica y sísmica, incendios forestales, entre otras. Estas amenazas deben tomarse muy en cuenta para los bancos de la escoria volcánica.

Los mapas, aunque se presenten a una escala amplia y puede que no sean del todo exhaustivos, deben ser de consulta obligada por quienes desean acceso a los bancos o canteras de los agregados. En algunos casos, contar con un criterio profesional podría ser de gran utilidad para la toma de decisiones tempranas.

Para crear un criterio en ese sentido se recomienda hacer la consulta de los mapas anteriormente señalados o en su defecto hacer la consulta a la Comisión Nacional de Emergencias Conred.

- e. **Indicios arqueológicos:** el territorio nacional, en su gran mayoría, fue habitado por diferentes culturas, de hecho era un puente comercial usado por las grandes culturas del norte y del sur, consecuentemente, es normal encontrar restos arqueológicos; por lo tanto, es recomendable que un profesional en arqueología valore, de previamente, la condición del terreno y defina el procedimiento que se debe seguir.

- f. **Seguridad industrial:** como toda actividad laboral, la construcción, requiere que se apliquen medidas de seguridad y de higiene ocupacional, a fin de evitar accidentes laborales para los empleados y terceras personas. Protocolos emitidos por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Trabajo debe cumplir con los siguientes puntos: cumplir con la reglamentación y normativa técnica establecida por las autoridades sobre seguridad laboral e higiene ocupacional. Establecer un programa de seguridad y salud en el trabajo, acorde con la legislación vigente, adaptada a las condiciones del sitio donde se desarrollarán las labores.

Este programa debe ser conocido por los trabajadores de la empresa. Definir los lineamientos y medidas de seguridad que deberán aplicar los trabajadores para su seguridad personal, como para prevenir y evitar la caída de objetos, y con ello la afectación de personas o cosas que se encuentren en niveles más bajos.

Colocar la hoja de seguridad y el manual de uso de los productos peligrosos en las bodegas correspondientes de manera que se asegure su disponibilidad para los empleados. Lo anterior conforme a la legislación vigente. También marcar las áreas donde exista un peligro grande de rojo, marcar con color amarillo el paso peatonal, y colocar letreros de precaución

Proporcionar a los empleados, capacitación inicial y entrenamiento continuo en salud y seguridad. Crear políticas para el uso del equipo de protección personal (EPP), y entrenar al personal en el uso correcto de este equipo. Colocar extintores y botiquines portátiles para primeros auxilios en el sitio de obra, los cuales se mantendrán en condiciones operables.

Para una adecuada selección de los materiales a emplear en la producción es necesario conocer y establecer, además de sus propias características o propiedades, las posibles uniones y combinaciones entre ellas, el concepto estructural y la tecnología constructiva, sin menospreciar el factor económico.

Lo cierto es que a pesar de los espectaculares progresos en el conocimiento de los materiales en los últimos años, el reto de la disciplina de Ciencia e Ingeniería de los Materiales sigue siendo -por lo que a materiales de construcción se refiere- el desarrollo de materiales con criterios o parámetros de sostenibilidad ambiental.

Esto es, el empleo de materiales cuyos procesos de extracción y fabricación o producción supongan un ahorro energético y procedan de recursos renovables, así como la reutilización y el reciclado de los materiales existentes, *«revolución ambiental aún pendiente en los materiales de construcción»*.

La normativa legislativa vigente para el medio ambiente afecta no sólo a los fabricantes de los materiales de construcción, sino también a todos los agentes que intervienen en el proceso constructivo (arquitectos, ingenieros, aparejadores, constructores...).

Se define «producto de construcción» cualquier producto fabricado para su incorporación con carácter permanente a las obras de construcción, incluyendo tanto las de edificación como las de ingeniería civil. Asimismo, se establecen los requisitos que deberán cumplir durante un período de vida económicamente razonable, y son los siguientes:

- a. Resistencia mecánica y estabilidad
- b. Seguridad en caso de incendio
- c. Higiene, salud y medio ambiente

La producción de los materiales para la producción, deben proyectarse y producirse de forma que no supongan una amenaza para la higiene o para la salud de los ocupantes o vecinos, en particular como consecuencia de las siguientes circunstancias:

- fugas de gas tóxico
- presencia de partículas o gases peligrosos en el aire
- emisión de radiaciones peligrosas
- contaminación o envenenamiento del agua o del suelo
- defectos de evacuación de aguas residuales, humos y residuos sólidos o líquidos

- presencia de humedad en partes de la obra o superficies interiores de la misma

Seguridad de utilización

1. Protección contra el ruido
2. . Ahorro de energía y aislamiento térmico

Igualmente, se debe destacar que el efecto producido por los productos de construcción sobre el medio ambiente representa uno de los aspectos relevantes con vistas a la armonización de las normas. Los productos no han de desprender contaminantes ni residuos susceptibles de dispersarse en el medio y de modificar la calidad del medio, comportando así riesgos para la salud de las personas, animales o plantas, y comprometiendo el equilibrio de los ecosistemas.

Desde una perspectiva más específica, se deben definir los requisitos básicos de la edificación, a saber:

- a. Relativos a la funcionalidad
- b. Relativos a la seguridad
- c. Relativos a la habitabilidad: Higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y se garantice una adecuada gestión de los residuos.

ALGUNAS REFLEXIONES

Si bien no existe una metodología aceptada universalmente que cuantifique los múltiples y variados criterios existentes, cabe la posibilidad del empleo de otra metodología como la del Análisis del Ciclo de Vida. Ciertamente es que esta metodología es costosa, pero constituye la herramienta más fidedigna para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto o actividad. Por ello, resulta necesaria la colaboración entre las administraciones y el sector de la industria de la construcción en aras de elaborar un inventario de ciclo de vida.

Asimismo, se hace falta un Plan Nacional de Edificación Sostenible que recoja no sólo los criterios relativos al empleo de materiales de bajo impacto ambiental, sino también de otros bloques temáticos referidos, entre otros, a la eficiencia energética.

Al hilo de la gestión de estos residuos, resulta necesaria la elaboración de normas que exijan en todos los proyectos de obras la incorporación de materiales reciclables procedentes de plantas de tratamiento instaladas al efecto. Por ello, se hace imprescindible potenciar, simultáneamente, un mercado de materiales adecuado que supere los inconvenientes que supone, de un lado la baja aceptación de los productos reciclados, y de otro el precio final del producto o material reciclado, superior al de los materiales elaborados con materias primas.

CONCLUSIONES

- 1 Con la implementación del departamento de control de calidad, se puede ir mejorando un producto, porque a través de los ensayos y pruebas realizadas en las materias primas, producto en proceso y producto final se determina en qué parte del proceso se está fallando y se realiza la mejora. Se incorpora un plan de prevención que sirva para anticiparse al error, si este volviera a suceder, y de esta forma se asegura la calidad del producto y pueden superarse las expectativas de los clientes.
- 2 Con la implementación de los ensayos e inspecciones en cada punto crítico del proceso se logrará tener una producción óptima, la cual reducirá las devoluciones, que tienen un costo, como se indica en la página 48, y así se pueden evitar esta clase de pérdidas.
- 3 La finalidad de los registros de calidad es contar con documentación en la que se pueda basar cualquier modificación a proporciones, a procesos, a la maquinaria, o para que sirva de referencia en caso de dudas o de aplicación de pruebas anteriores. Es elemental darse cuenta qué procedimientos, pruebas y ensayos de verificación de calidad son efectivos en el mejoramiento de la calidad, pero deben ser complementados con la documentación respectiva de las observaciones, análisis, resultados, etc., de cada procedimiento realizado.

- 4 Son innumerables los beneficios que se obtienen de una capacitación, entre ellos está, el darle un valor agregado a los productos y servicios reflejándose a través de las habilidades con que el empleado desempeña su trabajo de una mejor manera en el menor tiempo. Para que el personal tenga bien cimentada la cultura de calidad se debe seguir con un programa de capacitaciones constantes donde se realcé sus actividades y responsabilidades individuales, para lograr personal más productivo.

- 5 El departamento de control de calidad al contar con documentación como los formatos o registros de las pruebas y ensayos realizados en cualquier punto crítico del proceso, se posesiona como una estrategia que ayuda a tener el control de todo el proceso para ir mejorando continuamente la calidad del producto y asegurar la satisfacción del cliente.

- 6 La implementación del departamento de control de calidad ayuda a la utilización sostenible de los recursos como se puede ver en la guía ambiental que se encuentra a partir de la página 182, ya que las materias primas utilizadas son recursos naturales no renovables que después de ser procesados y salir en mal estado el producto final, ya no se puede reprocesar, Por eso los materiales con menor impacto ambiental, para su empleo en la construcción, deben incorporar criterios de sostenibilidad ambiental, como alta eficiencia energética, durabilidad, recuperabilidad, recursos renovables, empleo de tecnología limpia y valorización de residuos, lo cual puede lograrse con una conciencia ambiental.

RECOMENDACIONES

1. Hay que darle un seguimiento continuo a las inspecciones y muestreo no solo dejarlo empapelado, ya que las prácticas seguidas para asegurar la calidad son todavía la inspección tradicional, teniéndose por tanto mucho reproceso y mermas, así como muchos aspectos que al no ser detectados por la inspección se manifestarán posteriormente ocasionando insatisfacción a los usuarios y altos costos de conservación.
2. La pérdida de un cliente es un alto costo que no se puede pasar por alto, al igual que una queja por mínima que sea hay que tomarla muy en serio, y prestarle la mejor atención posible.
3. Además, es importante que esta cultura de calidad sea generalizada hacia los clientes o compradores del producto y a los proveedores de ciertas materias primas; en la medida que se conozcan los criterios de evaluación y aceptación, se podrá exigir a los fabricantes de los bloques y a los proveedores de materia prima para su elaboración, el cumplimiento de los requisitos mínimos de calidad del producto.
4. No es desconocido que la empresa produzca adoquines de calidad, estos tienen muy buena calidad, su defecto está en que la cantidad de arena volcánica, en su fórmula o proporción es muy alta; esto produce un alto nivel de desgaste al uso por lo que se podría utilizar la fórmula para mejorar este punto en los adoquines.

BIBLIOGRAFÍA

1. De CV. **Control de calidad del concreto**. México: Limosa, S.A. 1988
2. Dressler, Gary. **Administración de personal**. 6ª ed. México: Prentice May Hispanoamericana. 1996.
3. González Gambara, José Antonio. **Control de calidad y confiabilidad**. 1973.
4. Gutiérrez, Mariano. **Administrar para la calidad**. 2ª ed. México: Limusa, 1992.
5. Monzón Arriola, Carlos Enrique. **Control de calidad del concreto en Guatemala**. 1995,

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de la tubería de concreto sin refuerzo

Tubería de concreto sin refuerzo clase 1 ASTM C – 14 – 79

Diámetro interno Plg.	Mínimo paredes Plg.	Diámetro interior campana plg.	Profundidad de campana plg.	Resistencia a la ruptura pie lineal
4	5/8	6	1 ½	1500
6	5/8	8 ¼	2	1500
8	¾	10 ¾	2 ¼	1500
10	7/8	13	2 ½	1800
12	1	15 ¼	2 ½	1800
15	1 ¼	18 ¾	2 ¾	2000
18	1 ½	22 ¼	2 ¾	2200
21	1 ¾	26 ¾	2 ¾	2400
24	2 1/8	19 ½	3	2600

Anexo 2 Tabla del diseño de la tubería de concreto reforzado

Diseño de la tubería de concreto reforzado

ASTM c-1479

Diámetro interno pulgadas	Carga que produce la grieta lb./Pie	Carga última lb./Pie	Espesor de la pared plg.	Cama interior plg ² /pie	Cama Exterior plg ² /pie	Refuerzo elíptico plg ² /pie
24	2700	4000	3	0.07	-----	0.07
30	3375	5000	3 ½	0.18	-----	0.15
36	4050	6000	4	0.17	0.13	0.19
42	4525	7000	4 ½	0.21	0.16	0.23
46	5400	8000	5	0.24	0.18	0.27
54	6075	9000	5 ½	0.29	0.22	0.32
60	6750	10000	6	0.34	0.26	0.38
66	7425	11000	6 ½	0.41	0.31	0.46
72	8100	12000	7	0.49	0.37	0.54
78	8775	13000	7 ½	0.57	0.43	0.63
84	9450	14000	8	0.64	0.48	0.71
90	10125	15000	8 1/2	0.69	0.52	0.77

Anexo 3. Tabla de medidas de la instalación de tuberías

Ancho libre de zanjas (cm) Según profundidad y el diámetro de la tubería a instalar.

	Profundidad de la Zanja									
	Hasta	1.31m	1.66m	2.36m	2.86m	3.36m	3.86m	4.36m	5.36m	5.86m
	1.30m	1.65m	2.35m	2.85m	3.35m	3.85m	4.35m	5.35m	5.85m	6.35m
6	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80
8	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80
10		70	70		70	70	75	75	80	80
12		75	75	75	75	75	75	75	80	80
16		90	90	90	90	90	90	90	90	90
18		110	110	110	110	110	110	110	110	110
20		110	110	110	110	110	110	110	110	110
24		135	135	135	135	135	135	135	135	135
30		155	155	155	155	155	155	155	155	155
36			175	175	175	175	175	175	175	175
42			190	190	190	190	190	190	190	190
48			210	210	210	210	210	210	210	210
60			245	245	245	245	245	245	245	245
72				280	280	280	280	280	280	280
84				320	320	320	320	320	320	320

Anexo 4. Tabla de la profundidad para evitar rupturas

Profundidad de la cota invertida para emitir rupturas (cm)

Diámetro Plg.	Tráfico Normal	Tráfico Pesado
8	122	142
10	128	148
12	133	151
16	141	153
18	150	170
21	158	178
24	166	186
30	184	204
36	199	219
42	214	234
48	225	245
60	255	275