



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

## PROYECTO DE TITULACIÓN

*CONTROL DE INVENTARIO EN ALMACÉN PRE-HOMOGENEIZADOR DE CALIZA  
DE MEZCLA*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
*INGENIERO EN GESTIÓN EMPRESARIAL*

**PRESENTA:**

*SERGIO PEREZ CRUZ*

**ASESOR:**

*MTRO. FELIPE ESPINOZA AGUILAR*

Mayo 2022



## CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

### Agradecimientos

Le doy gracias a dios por ser mi guía espiritual y razón de ser de cada trabaja y esfuerzo honesto.

A mi esposa Sanjuana por ser parte importante de mi vida y que siempre me ha tendido su mano para darme la fuerza para alcanzar la fortaleza que he requerido en los momentos difíciles y más allá de agradecimiento le dedico mi título para que siempre encuentre en mí una persona digna de su confianza y amor.

A mis hijos Shannon Regina, Andrea y Sergio Santiago que me han servido de motor para alcanzar mis metas y objetivos de vida y profesionales, les dedico mi título para que les sirva de ejemplo de vida y continúen con sus esfuerzos en el cumplimiento de sus sueños.

A mis padres Francisco Javier y Esperanza por darme la vida y cobijarme con su amor y valores los cuales he sabido aprovechar para dirigirme por la vida con honradez y respeto. Les dedico mi título para llenar su corazón de alegría.

A mi hermana y hermanos que crecimos juntos y hemos vivido experiencias buenas y malas, por servirme de ejemplo y darme siempre el buen concejo.

A mis maestros gracias por impartir esa tan noble profesión que nos llena de conocimientos y sabiduría que he aprovechado junto con mis compañeros a lo largo de esta carrera.

Agradezco infinitamente a la empresa Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V. por brindarme su apoyo y confianza para elaborar este proyecto.

## Resumen

A lo largo de la historia la forma de administrar las empresas han evaluación al tal grado que hoy en día y sin importar el giro o sector es de gran importancia marcar una línea que sirva de guía hacia la mejora continua, por lo tal, se requiere la utilización de metodologías, controles operacionales, políticas de calidad, planeación y control de la producción, la gestión correcta de los inventarios y almacenes, entre muchas más para obtener organizaciones eficientes y eficaces de alta rentabilidad.

En Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V. Es parte de su política mantener un control de sus procesos de fabricación de cemento así mismo la promoción de la mejora continua. Dicho esto es necesario comprender y analizar las diferentes actividades que están inmersas en sus procesos de producción para poder identificar las áreas de oportunidad.

Este proyecto tiene como objetivo analizar las variables como la granulometría, porcentaje de humedad presente, instrumentos de medición así como la capacidad del almacén Pre-homogeneizador de caliza de mezcla para determinar su grado de afectación en volumen y peso del material. Para poder implementar mejoras que faciliten el control del inventario en el almacén pre-homogeneizador de caliza de mezcla.

Las metodologías utilizadas para desarrollar este proyecto están enfocadas al cumplimiento de los objetivos específicos que sumados estos se podrá concluir el objetivo general del análisis. Al término de este proyecto se clarifica y se despejar la incertidumbre que se tiene sobre las variables ya mencionadas.

## ÍNDICE

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES .....	2
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	10
5. Introducción .....	10
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente .....	11
6.1. Datos generales .....	11
6.2. Descripción de la empresa.....	12
6.3. Historia de Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V. ....	12
6.4. Principales clientes .....	14
6.5. Valores.....	15
6.6. Política de calidad.....	16
6.7. Misión.....	16
6.8. Visión .....	16
6.9. Organigrama .....	17
6.10. Datos generales del puesto de trabajo.....	18
7. Problemas a resolver.....	19
8. Justificación .....	20
9. Objetivos (generales y específicos).....	21
Objetivo General .....	21
Objetivos específicos .....	21
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO .....	22
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	22
10.1. Definición de la administración.....	22
10.2. Antecedentes históricos de la administración.....	23
10.2.1. Civilizaciones antiguas.....	23
10.2.2. Egipto.....	23
10.2.3. Babilonia .....	23

10.2.4. China.....	24
10.2.5. La revolución industrial .....	24
10.3. Precursores de la administración moderna .....	25
10.3.1. Adam Smith.....	25
10.3.2. Roberto Owen .....	26
10.3.3. Richard Arkwright.....	26
10.3.4. Charles Babbage .....	27
10.4. Evolución de la teoría administrativa .....	27
10.4.1. Enfoque clásico de la administración .....	27
10.4.2. Teoría científica.....	29
10.4.2.1. Principios de la administración científica.....	29
10.4.3. Teoría clásica de la administración .....	30
10.5. Proceso administrativo .....	32
10.5.1. Origen del proceso administrativo.....	33
10.5.2. Etapas del proceso administrativo .....	33
10.6. Proceso .....	36
10.6.1. Importancia de los procesos en la empresa.....	36
10.7. Almacén .....	36
10.7.1. Funciones del almacén .....	37
10.7.2. Clasificación de los almacenes .....	38
10.8. Inventario.....	40
10.8.1 Gestión de inventarios .....	41
10.8.2. Importancia del inventario .....	41
10.8.3. La eficiencia del control de inventarios .....	42
10.9. Conceptos básicos del almacén de materias primas .....	42
CAPITULO 4. DESARROLLO .....	44
11. Procedimiento y descripción de las actividades .....	44

11.1. Diagnóstico para evaluar áreas de oportunidad.....	44
11.1.1 Guía de observación .....	44
11.2. Área de oportunidad.....	49
11.3. Almacén Pre-homogeneizador.....	51
11.4. Descripción de la pila de caliza de mezcla.....	53
11.5. Procedimiento .....	54
11.5.1. Análisis de variables volumétricas .....	55
11.5.2. Identificación de la capacidad del almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla.....	56
11.5.3. Granulometría de la caliza de mezcla .....	56
11.5.4. Análisis de variables gravimétricas .....	57
11.5.5. Porcentaje de humedad en la caliza de mezcla.....	57
11.5.6. Porcentaje de error en el instrumento de medición (bascula Hasller) ....	58
11.5.7. Cronograma de actividades .....	60
CAPÍTULO 5 RESULTADOS .....	61
12. Resultados .....	61
12.1. Identificación de la capacidad real del almacén.....	61
12.2. Granulometría de la caliza de mezcla.....	63
12.3. Porcentaje de humedad en la caliza de mezcla.....	67
12.4. Porcentaje de error del instrumento de medición (bascula Hasller) .....	72
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES .....	76
13. Conclusiones del Proyecto .....	76
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	78
14. Competencias desarrollados y/o aplicadas .....	78
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	79
15. Fuentes de información .....	79
CAPÍTULO 9 ANEXOS.....	81

### Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Macro ubicación de Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V..	12
Ilustración 2. Organigrama de producción en Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V. ....	17
Ilustración 3. Trituradora de eje horizontal .....	50
Ilustración 4. Barras de trituradora .....	50
Ilustración 5. Almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla.....	51
Ilustración 6. Recuperador y apilador unidos por columna central .....	52
Ilustración 7. Parva de caliza de mezcla en 3D.....	53

### Lista de tablas

Tabla 1. Criterio de calificación para la evaluación a las áreas de producción.....	44
Tabla 2. Evaluación al departamento de Unidad de Calcinación 1.....	45
Tabla 3. Evaluación del departamento de Trituración de Agregados .....	45
Tabla 4. Evaluación del departamento de Combustible .....	46
Tabla 5. Evaluación al departamento de Almacenes de Materias Primas.....	46
Tabla 6. Evaluación del departamento de Molinos de Cemento.....	47
Tabla 7. Evaluación del departamento de Trituración Primaria .....	47
Tabla 8. Comparativa de las áreas de producción según los resultados de la evaluación. ....	48
Tabla 9. Datos necesarios para el diagrama de Pareto.....	48
Tabla 10. Comparación del inventario real contra el inventario calculado del almacén Pre-Homogeneizador .....	54
Tabla 11. Cronograma de actividades.....	60
Tabla 12. Promedio de capacidad por sector en metros cúbicos del almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla.....	61
Tabla 13. Promedio de capacidad total del almacén Pre-Homogeneizador. ....	62
Tabla 14. Muestra 1 de granulometría de caliza de mezcla .....	64
Tabla 15. Muestra 2 de granulometría de caliza de mezcla. ....	64
Tabla 16. Muestra 3 de granulometría de caliza de mezcla. ....	65
Tabla 17. Muestra 4 de granulometría de caliza de mezcla. ....	65

Tabla 18. Muestra 5 de granulometrías de caliza de mezcla.....	66
Tabla 19. Muestra 6 de granulometría de caliza de mezcla. ....	66
Tabla 20. Muestreo 1 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla. ....	68
Tabla 21. Muestreo 2 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla. ....	69
Tabla 22. Muestreo 3 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla. ....	69
Tabla 23. Muestreo 4 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla. ....	70
Tabla 24. Muestreo 5 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla. ....	70
Tabla 25. Muestreo 6 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla. ....	71
Tabla 26. Pesos de bascula Hasller .....	73
Tabla 27. Pesos de bascula METTIER TOLEDO .....	73
Tabla 28. Calculo de porcentaje de error de los instrumentos de medición. ....	74

### Lista de graficas

Grafica 1. Grafica de Pareto .....	49
Grafica 2. Comparación del inventario real y el inventario calculado del almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla. ....	55
Grafica 3. Capacidad de almacenamiento del almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla en volumen por sector. ....	62
Grafica 4. Curva granulométrica de todas las muestras de caliza de mezcla .....	67
Grafica 5. . Representación de la diferencia del peso seco contra peso húmedo por muestra.....	71
Grafica 6. Representación del porcentaje de pérdida de peso por ausencia de humedad en cada una de las muestras.....	72
Grafica 7. Representación de la diferencia de peso de los dos instrumentos .....	74
Grafica 8. . Representación del porcentaje de error por semana .....	75

### Lista de anexos

Anexo 1. Tabla de conversión de m <sup>3</sup> a toneladas .....	81
Anexo 2. Reporte de levantamiento topográfico en el almacén Pre_Homegenizador de caliza de mezcla. ....	82
Anexo 3. Capacidad de alojamiento de material en m <sup>3</sup> por sector.....	83
Anexo 4. Pruebas de granulometría. ....	84
Anexo 5. Resultados de granulometría para caliza de mezcla.....	84
Anexo 6. Material con diferente granulometría para prueba de humedad.....	85



Anexo 7. Bascula Mettler TOLEDO. ....	85
Anexo 8. Bascula Hasler.....	86

## **CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **5. Introducción**

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V. es una empresa del Grupo Cruz Azul, se encuentra ubicada en el municipio de Tepezalá en el Estado de Aguascalientes, cuenta con una capacidad instalada de producción de 2 millones anuales de toneladas de Clinker, de esta forma contribuye a la presencia de la marca Cruz Azul en la región Centro-Occidente-Norte del País. Ofreciendo un producto hidráulico cementante, mejor conocido en el mercado como cemento gris o blanco de diferentes características como el Cemento Blanco, Cemento de Tipo II el cual puede ser CPC 30R RS o CPC 40 RS y Cemento de Albañilería.

El cemento Cruz Azul es una marca 100% mexicana que se ha consolidado a través de los años y es reconocida ampliamente por su gran calidad, para lograr obtener dicha calidad utiliza tecnología de vanguardia para la fabricación del cemento de igual forma pone especial atención en sus procesos productivos para evitar el deterioro y contaminación del medio ambiente así como garantizar la integridad física de sus trabajadores y la sociedad que la rodea.

Dicho esto y por la naturaleza del proceso de producción de cemento que se considera una línea de producción de flujo continuo, la industria cementera necesita de una buena administración de sus procesos para eliminar desperdicios, como lo pueden ser: de tiempo, de espacio, de gastos entre otros y de igual forma requiere de controles estadísticos confiables que determinen inventarios físicos de materia prima reales que permita poner a disposición la maquinaria y equipo tecnológico de los procesos productivos para mantenimiento, calibración de instrumentos e inspecciones de puntos de seguridad y de desgaste y de esta forma continuar brindando un producto de calidad que se apague a la normatividad ambiental, social y seguridad laboral.

Así pues el enfoque de este proyecto está orientado al análisis de las diferentes variables que determinan el peso volumétrico de la materia prima en el almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla, buscando optimizar la contabilidad del material existente real con respecto a los datos estadísticos y de esta forma establecer

controles de estadística que permitan la planificación del suministro de materia prima que permita la operación continua del siguiente proceso y a su vez determine los intervalos de tiempo necesarios para poner a disposición la maquinaria y equipo para mantenimiento y asuntos generales.

Por lo tanto y a partir de este capítulo se comienza a dar a conocer la información general de la empresa, del puesto y área en la cual se desarrolló el proyecto continuando con el capítulo 3 donde se describirá los fundamentos teóricos que enmarcan esta actividad, el desarrollo de las actividades y contextualización del proceso de se abordaran en el capítulo 4. Para Los objetivos alcanzados al realizar las actividades planeadas, así como los beneficios que tiene la implementación de la propuesta pueden revisarse en el capítulo 5, en cuanto a las conclusiones, competencias desarrolladas y fuentes de información pueden ser consultadas del capítulo 6 al 8 respectivamente.

## **6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente**

### **6.1. Datos generales**

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.

Ramo: Cementera

Tamaño: Macroempresa

Dirección: Carretera Carboneras-Arroyo Hondo km. 4 Arroyo Hondo

Tepezalá, Aguascalientes, México

Teléfono: 4499109100

Fax: 01(465)9580970 Ext. 3909

## Macro ubicación

Ilustración 1. Macro ubicación de Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.



### 6.2. Descripción de la empresa

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V. es una empresa 100% mexicana del Grupo Cruz Azul, está ubicada en el municipio de Tepezalá Aguascalientes, México, pertenece al ramo cementero actualmente cuenta con una capacidad instalada de producción de 2 millones anuales de toneladas de Clinker, de esta forma contribuye a la presencia de la marca Cruz Azul en la región Centro–Occidente-Norte del país. Produce para ofrecer en el mercado nacional cemento gris o blanco de diferentes características como el Cemento Blanco, Cemento de Tipo II el cual puede ser CPC 30R RS o CPC 40 RS y Cemento de Albañilería.

### 6.3. Historia de Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.

#### 1994. Inauguración

El Consejo de Administración de la Cooperativa La Cruz Azul acuerda durante su Asamblea General, la creación de una nueva planta productora de cemento en el centro del País, que se ubicaría en el Municipio de Tepezalá en el Estado de Aguascalientes.

#### 1997. Inicio de Trabajos

Se inician formalmente los trabajos de construcción y montaje de la Planta Cementos y Concretos Nacionales, S.A. de C.V.

#### 2000. Inauguración planta

El mes de abril marca el arranque de las operaciones de fabricación de cemento y durante el mes de mayo se inicia la entrega del producto.

En el mes de octubre es inaugurada oficialmente la planta CYCNA por el entonces Presidente de la Republica el Dr. Ernesto Zedillo Ponce De León y el Lic. Guillermo Álvarez Cuevas Directo General de Cooperativa La Cruz Azul, entre otras Autoridades y Directivos de la Empresa.

#### 2002. Inicio de construcción de línea 2

Se inician los trabajos de construcción y montaje de la Línea 2 de producción.

Se obtiene por primera vez la Certificación de Industria Limpia, lo que demuestra el compromiso en el cumplimiento de los requisitos legales aplicables al cuidado del medio ambiente.

#### 2003. Certificación Norma Internacional ISO 9001

Se obtuvo la Certificación bajo la Norma Internacional ISO 9001 Gestión de la Calidad, para la estandarización de los procesos, el aseguramiento de la calidad y la mejora continua.

#### 2004. Inauguración línea 2

Se inician las operaciones de la línea de producción número 2.

#### 2006. Certificación del producto

Se obtienen las Certificaciones de los productos elaborados en CYCNA por parte del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE). Para ofrecer un producto de conformidad con los requisitos de calidad establecidos por el Cliente.

#### 2007. Certificación Norma Internacional de Gestión Ambiental

Se obtiene la Certificación de la Norma Internacional de Gestión Ambiental ISO 14001, para asegurar el control de los impactos sobre el medio ambiente.

#### 2011. Certificación de la Norma OHSAS 18001 Seguridad y Salud en el Trabajo

Se obtiene la Certificación de la Norma OHSAS 18001 Seguridad y Salud en el Trabajo como muestra del compromiso hacia el cuidado de la seguridad y salud de los colaboradores y se pone en operación la instalación de la infraestructura para la trituración de agregados.

#### 2013. Operación de la trituradora de Agregados

Se inicia con la operación de la Trituración de Agregados.

#### 2016. Co-procesamiento de residuos

La eficiencia de nuestros procesos siempre ha estado íntimamente relacionado con un firme compromiso con el desarrollo sustentable: cuidar y proteger a nuestra gente, a nuestras comunidades vecinas y al medio natural que nos rodea.

El Co-procesamiento es la integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo; Obteniendo beneficios ambientales, sociales y económicos.

#### 2017. Certificaciones

Se obtiene la Certificación de Industria Limpia Nivel 2

Se obtiene la Certificación de Excelencia Ambiental por primera vez.

Se obtiene el Distintivo de Empresa Socialmente Responsable (ESR) por primera vez.

Se inician los trabajos de Montaje del Molino de Cemento número 5.

#### 2018. Molino de Cemento No. 5 y Silo de Almacén de Cemento No. 6

Inician operaciones el Molino de Cemento No. 5 y la construcción y operación del Silo de Almacén de Cemento No 6.

### 6.4. Principales clientes

Los clientes o beneficiarios se dividen en:

Mercado formal

- Transformadores
- Concreteras
- Gobierno federal y estatal

- Constructoras

Mercado informal

- Distribuidores
- Materialistas
- Público en general

Atendiendo la parte geográfica del país Centro–Occidente-Norte como son los estados de:

- Aguascalientes
- Guanajuato
- Jalisco
- San Luis Potosí
- Zacatecas
- Nayarit
- Sinaloa
- Nuevo León
- Coahuila
- Durango
- Colima
- Tamaulipas (Mante y Altiplano)

### 6.5. Valores

1. Está enfocado a crear valor (servir) a su gente. RESPETO
2. Motiva, entusiasma, delega, innova y trabaja en equipo. CREATIVIDAD
3. Es íntegro, sabe discernir y es flexible. HONESTIDAD
4. Está comprometido con su crecimiento personal y profesional, tiene hambre intelectual. HUMILDAD
5. Posee una sólida espiritualidad, siempre orientado a la TRASCENDENCIA.

INTEGRIDAD, TRANSPARENCIA, TRABAJO EN EQUIPO

## 6.6. Política de calidad

De la integridad corporativa y en el marco de la responsabilidad social, así como del contexto de la organización, en CYCNA estamos comprometidos a lograr nuestros objetivos y metas, gestionando los requerimientos legales aplicables y otros requisitos, a través del control de nuestros procesos de fabricación de cemento, de acuerdo con el ciclo de vida del producto, promoviendo la mejora continua y dando evidencia por medio de:

- La protección del medio ambiente.
- Gestionar los peligros y reducir los riesgos mediante instalaciones seguras y saludables para la prevención de lesiones y deterioro de la salud relacionados con el trabajo.
- La consulta y participación de los trabajadores.

## 6.7. Misión

En CYCNA apoyamos el crecimiento de la Cruz Azul en el mercado nacional, manufacturando cementos con procesos y calidad certificados, costos de producción competitivos, tecnología de vanguardia, personal altamente competente, cuidando la seguridad, la salud, el medio ambiente y participando en el desarrollo sostenible de los grupos de interés.

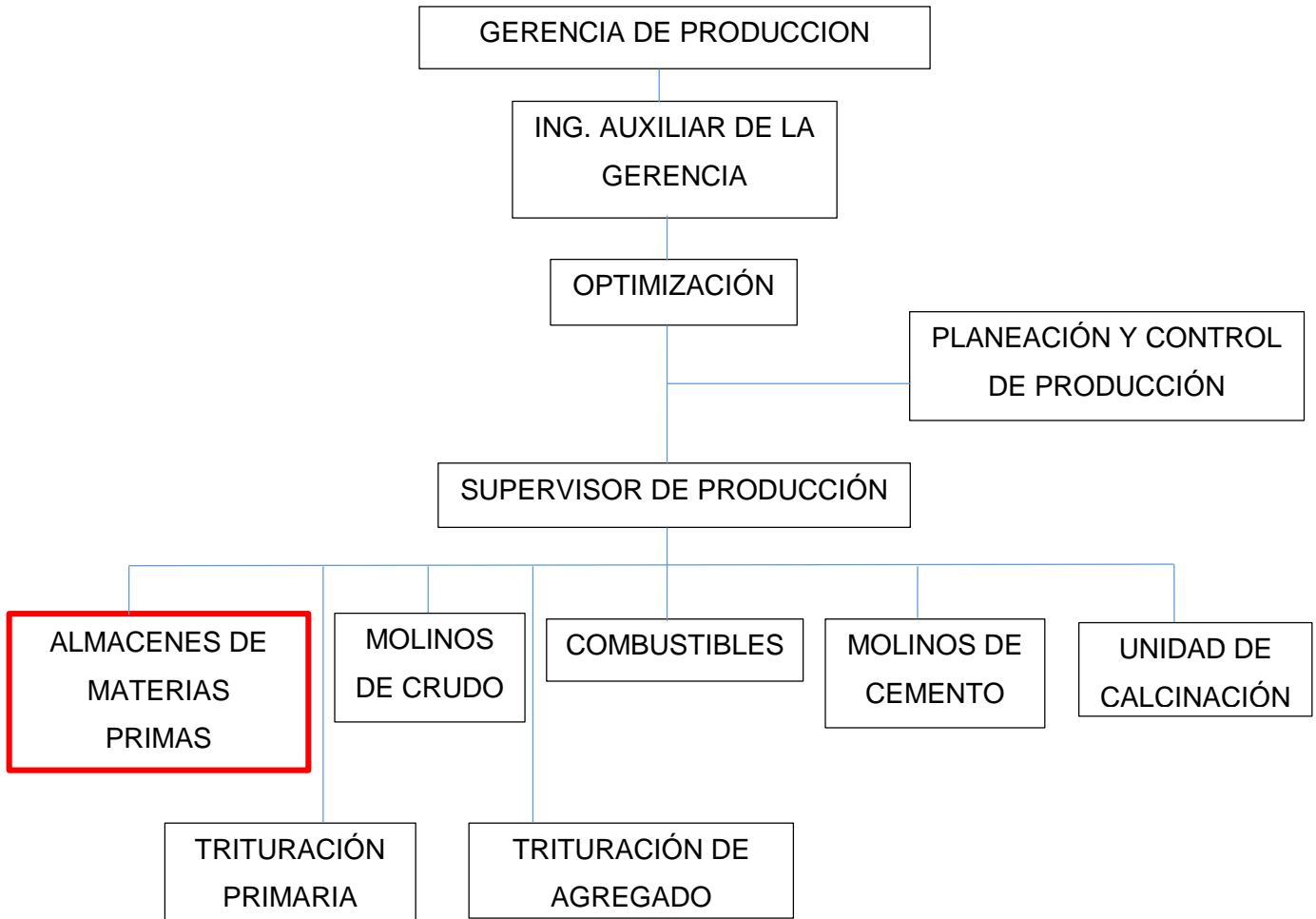
## 6.8. Visión

Con pasión y orgullo, posicionarnos como la empresa referente de la industria del cemento, a través del desarrollo sustentable con estándares internacionales y responsabilidad social.



## 6.9. Organigrama

Ilustración 2. Organigrama de producción en Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.



En el organigrama se identifica el departamento de Almacenes de Materias Primas que es el área donde se desarrollara este proyecto.

## 6.10. Datos generales del puesto de trabajo

- Título del puesto: Encargado de Almacenes de Materias Primas
- Departamento: Almacenes de Materias Primas
- Puesto del jefe inmediato: Supervisor de Producción
  
- Objetivo
  - Mantener y asegurar la continuidad del abastecimiento de materia prima necesaria para la producción de harina cruda y agregado para molienda de cemento.
  
- Descripción de los encargos:
  - Mantener permanentemente relación y comunicación tanto con su cliente (Molienda de Crudo y Molienda de Cemento) así como con sus proveedores (Trituración Primaria y Trituración de Agregados).
  - Identificar las necesidades de cada uno de los clientes.
  - Monitorear suministro de materia prima.
  - Elaborar y dar seguimiento a las órdenes de trabajo que se generen.
  - Evaluar el desempeño de las actividades de mantenimiento programados.
  - Hacer cumplir las políticas, lineamientos y procedimientos del departamento de seguridad e higiene y calidad.
  - Realizar reportes de mantenimiento y producción.
  - Dar seguimiento a pendientes de mantenimiento, limpieza entre otros.
  - Proporcionar información sobre cambios que pueda sufrir un equipo que ponga en riesgo la calidad, la seguridad y la producción continua.
  - Mantener permanente relación y comunicación con todos los departamentos de la planta atendiendo las necesidades de producción.
  - Establecer una comunicación con supervisores para el cambio de información con respecto a las necesidades del departamento.

## **7. Problemas a resolver**

La organización actualmente observa en sus estadísticas variaciones en la cantidad de materia prima real existente a comparación de la contable o calculada, las cuales van desde 15900 toneladas mensuales de diferencia. Dicho esto y a razón que es un proceso de flujo continuo dicha variabilidad tiene impacto en el siguiente proceso, por lo tal, la empresa requiere contar con controles estadísticos estables y verídicos que coincidan con los inventarios.

A razón que la materia prima es piedra caliza triturada de diferentes tamaños y amorfa, que es acumulada dentro de un almacén en forma de pila, su contabilidad se realiza cubicando dicha parva para obtener metros cúbicos mismos que son multiplicados por un valor de peso volumétrico definido ( $1.91 \text{ t}/\text{m}^3$ ) para obtener inventario de materia prima en toneladas.

Los problemas detectados al realizar el análisis son los siguientes:

1. No se cuenta con el valor real de capacidad del almacén Pre-Homogeneizador donde apilada la materia prima.
2. Como la materia prima es piedra caliza tiene propiedades de absorción de agua, por lo tal ese grado de humedad en el material no ha sido adherido o identificado para determinar el grado de participación en la afectación del valor del peso volumétrico.
3. La materia prima es triturada por medio de una trituradora de impacto que sufre desgaste con el paso del tiempo, por lo tal dicho acabamiento interviene en la granulometría del material, factor que puede tener afectación en el valor del peso volumétrico.

## **8. Justificación**

La realización de este proyecto es con base a las necesidades de la organización ya actualmente observa en sus estadísticas variaciones en la cantidad de materia prima real existente a comparación de la contable o calculada, las cuales van desde 15900 toneladas mensuales de diferencia. Dicho esto y a razón que es un proceso de flujo continuo dicha variabilidad tiene impacto en el siguiente proceso, por lo tal, la empresa requiere contar con controles estadísticos estables y verídicos que coincidan con los inventarios físicos, para poder planificar la producción futura y a su vez la disponibilidad de los equipos para mantenimiento, calibración de instrumentos e inspecciones de puntos de seguridad y de desgaste.

Así pues es necesario analizar el proceso de Trituración Primaria, ya que es el proveedor de materia prima para identificar y minimizar o eliminar la variable que propicia dicho efecto. Por lo tal se pretende realizar estudios de almacenamiento, consumo y existencia del almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla así mismo análisis, porcentaje de húmeda y granulometría del material de igual forma se evaluarán el instrumento de pesaje para identificar posibles errores.

Con la realización de este proyecto se pretende entregar a la empresa un factor que determine la variabilidad de su inventario y al mismo tiempo lo pueda utilizar para corregir las desviaciones que actualmente presenta.

## **9. Objetivos (generales y específicos)**

### **Objetivo General**

Analizar las variables como, granulometría y porcentaje de humedad en la caliza de mezcla, los cuales son factores que originan una variación en la contabilidad del inventario de materia prima con respecto a los almacenamientos, consumos y existencias mensuales en el almacén Pre-Homogeneizador de caliza.

### **Objetivos específicos**

- I. Recopilar información de almacenamientos, consumos y existencias en el almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla de los últimos seis meses para identificar la variabilidad del inventario real existen con respecto a los datos estadísticos.
- II. Identificar el grado de afectación de las variables de porcentaje humedad y granulometría en el peso volumétrico.
- III. Definir la capacidad real del almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla

## CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

### **10. Marco Teórico (fundamentos teóricos)**

#### **10.1. Definición de la administración**

La administración es un término muy usado en la actualidad, este generalmente es entendido en la forma más simple de cómo realizar y usar recursos adecuadamente, pero esto va más allá de lo que se puede apreciar ya que esta palabra ha tenido una gran evolución desde que se definió su término hasta nuestros días, pues ha ido transformándose en medida de como el hombre lo requiere.

Es necesario conocer cómo se inició, desarrollo, adapto y estableció la administración debido a que puede mostrar la forma correcta de realizar las diferentes actividades en una organización, ya sea pública o privada.

Para comprender mejor lo que es la administración se presentan las siguientes definiciones de autores especializados en el tema:

- Ciencia compuesta de principios, técnicas y prácticas, cuya aplicación a conjuntos humanos permite establecer sistemas racionales de esfuerzo cooperativo, a través de los cuales se pueden alcanzar propósitos comunes que individualmente no se pueden lograr en los organismos sociales, (Jiménez 1990).
- Es la coordinación de hombres y recursos materiales para la consecución de objetivos organizacionales, lo que se logra por medio de cuatro elementos: Dirección hacia objetivos, a través de gente, mediante técnicas y dentro de una organización, (Kast 1990).
- Es el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos para lograr los objetivos organizacionales, (Chiavenato 2006).

Dicho esto se puede entender que la administración es considerada una ciencia que incluye métodos, técnicas y teorías para el uso de recursos y se puede poner en práctica en grupos de personas organizadas para alcanzar un fin en común

## **10.2. Antecedentes históricos de la administración**

### **10.2.1. Civilizaciones antiguas**

La administración nace desde que los seres humanos debieron de incorporarse en grupos para lograr cubrir sus necesidades de supervivencia, por lo que se organizaron para complementar sus habilidades, definir reglas y cuidar sus recursos.

A medida que los grupos lograban mejorar sus sistemas de colaboración crecieron hasta formar civilizaciones, en donde la administración debía de adecuarse a las nuevas circunstancias a las que se enfrentaban.

### **10.2.2. Egipto**

La aportación de los egipcios fueron las pirámides, puesto que ya manejaban habilidades administrativas y de organización, ya que debían de planificar la cantidad de bloques, de donde serían extraídos, cuántos hombres necesitarían y sobre todo el tiempo de construcción, denotando de esta forma que su sistema de planeación y administración de recursos iba adecuándose más a lo que conocemos hoy en día.

### **10.2.3. Babilonia**

Hammurabi rey de Babilonia elaboro leyes de carácter mercantil, tratando temas como ventas, préstamos, contratos, sociedades, acuerdos y pagarés, además sus transacciones eran registradas en tablillas como un medio de control, por otra parte aquí inicio la no delegación de responsabilidades, ya que por ejemplo se castigaba al supervisor de obras y no a los subordinados por el incumplimiento de estas.

También el código Hammurabi vigente en el periodo 2000 y 1700 a.C. fue un instrumento en el que se empezaba a definir los salarios mínimos, control, depósitos y responsabilidades comerciales. Posteriormente a esto en el 604 a.C. Nabucodonosor al subir al trono implemento los controles de producción y pagos, así como los incentivos de salario en las fábricas textiles.

#### 10.2.4. China

En los 500 A.C., los escritos de Mencius y Chow denotan que los chinos estudiaban principios de comportamiento sobre organización, planificación, dirección y control, además de conocimiento de conceptos como; organización, funciones, cooperación, procedimientos para mejorar la eficiencia y técnicas de control mismas que se encontraban en la constitución de Chow que era un directorio de todos los sirvientes del emperador.

Alrededor de 2350 y 2256 a. C. el emperador Yao hizo uso por primera vez de una junta de consejo para tomar decisiones importantes y además esta servía como una herramienta de comunicación con sus súbditos.

#### 10.2.5. La revolución industrial

Esta etapa está marcada por el desarrollo de máquinas de vapor y energía hidráulica, que dieron una gran ayuda a los sistemas de producción, de esta manera se empezó a necesitar grandes cantidades de personal, nuevos sistemas de comercialización y capitalización, lo que dio lugar a se empezara a contratar mano de obra, división del trabajo, para especializar a los trabajadores se necesitó de entrenamiento, estímulos y sanciones.

Chiavenato, I. (2006) menciona cuatro principales etapas de la revolución industrial:

- Mecanización de la industria y la agricultura: A finales del siglo XVIII surge la máquina de hilar (Hargreaves, 1767), del telar hidráulico y mecánico además de la maquina desmontadora de algodón, que sustituyeron el trabajo del hombre y la fuerza muscular, por trabajo animal e incluso de la rueda hidráulica.
- Aplicación de la fuerza motriz a la industria: Aplicación de las máquinas de vapor para las transformaciones en los talleres, en transportes, agricultura y comunicaciones.



- Desarrollo del sistema fabril: El artesano y su pequeño taller desaparecieron para dar lugar al operario, a las pequeñas y grandes fábricas basadas en la división del trabajo.
- Una espectacular aceleración de los transportes y las comunicaciones: Navegación con vapor Robert Fulton, 1807 y logro que después las ruedas propulsoras se convirtieran en hélices. La locomotora fue perfeccionada por Stephenson. La primera vía férrea se construyó en Inglaterra, enseguida aparecieron otros medios de comunicación como el telégrafo eléctrico (Morse, 1835), surgió el sello postal en Inglaterra (1840) y el teléfono (Graham Bell, 1876).

Estos fueron los indicios del desarrollo industrial y cambios que ocurrían a mayor velocidad. En la segunda revolución industrial apreció el proceso de fabricación de acero, el perfeccionamiento de la dinamo y la invención del motor de combustión interna.

### **10.3. Precursores de la administración moderna**

#### **10.3.1. Adam Smith**

Economista escocés, padre del liberalismo económico, su trabajo fue tomado de su gran obra “Riqueza de las naciones” publicado en 1776, en el que hace énfasis en la división del trabajo que el mismo número de personas es capaz de hacer basándose en tres características:

- a) El aumento en destreza de cada obrero en particular.
- b) El ahorro del tiempo que comúnmente se pierde al pasar de un área a otra de trabajo.
- c) La invención de numerosas máquinas que facilitan y abrevian el trabajo, además de capacitar a un hombre para hacer el trabajo de varios.

También estableció los siguientes principios económicos-administrativos:

- Las libertades económicas benefician a la sociedad total, bajo la premisa de que cada individuo maximizará su interés propio.
- La mano invisible del mercado y la competencia restringen los intereses individuales propios, asegurando así la maximización del interés social.
- El trabajo es el generador de la riqueza.
- La ley de la oferta y la demanda determina los precios de las mercancías.
- Cualquier interferencia gubernamental tendería a romper el balance natural. Smith ponderó el concepto de libre empresa; esta tendencia basada en el principio liberal de «dejar hacer» encajaba admirablemente en el pensamiento tecnológico e industrial y dio impulso al desarrollo industrial.

### 10.3.2. Roberto Owen

Empresario galés que a principios del siglo XIX, se convirtió en el precursor de las relaciones humanas en el ámbito laboral, ya que debido al liberalismo las horas de jornada era de más de 16 horas, con aprendices de 10 años de edad sin condiciones de seguridad e higiene, enfocándose en mejorar la administración del personal.

### 10.3.3. Richard Arkwright

Se le atribuye a este personaje el Know How, que preparo la llegada de la gran empresa en la industria, esta técnica administrativa proporciono una exitosa coordinación de hombres, dinero, materiales y maquinas en la producción a gran escala, también fue impulsor y practicante de conceptos en la administración del personal.

Además tiene contribuciones como la producción continua, la planificación para la ubicación de la planta, la coordinación de las maquinas, materiales, hombre y capital, la disciplina fabril y la división del trabajo, es por esto que se conoce como pionero en uso de eficiente principios de administración.

#### 10.3.4. Charles Babbage

Matemático inglés que desarrolló el cálculo analítico y diferencial, creador del primer aparato mecánico de cálculo que permitió generar la primera computadora, propuso la producción en procesos, por lo que estableció la técnica de costo por proceso.

#### **10.4. Evolución de la teoría administrativa**

El estudio del pensamiento administrativo, desde sus inicios hasta la actualidad ha ido consolidando la teoría administrativa con la que se trabaja y se piensa.

A partir del año de 1900 se considera que ya debe hablarse de teorías del pensamiento administrativo.

La administración puede estudiarse con diferentes teorías, enfoques o escuelas, estas han ido surgiendo conforme a las necesidades del hombre por ajustarse a las circunstancias a las que los han conllevado las aportaciones de su evolución.

Por consiguiente, cada teoría administrativa surgió como respuesta a los problemas más importantes que se enfrentaban las organizaciones de su tiempo y su momento, las teorías que prevalecen tuvieron éxito al presentar soluciones específicas para tales problemas.

Se entiende así que estas son agrupamientos sistemáticos de conceptos y principios, aplicables a las actuales situaciones, por lo que se necesita conocerlas, entenderlas y estudiarlas para obtener un amplio margen de alternativas adecuadas para soluciones particulares dentro de las organizaciones.

##### 10.4.1. Enfoque clásico de la administración

Los postulados de este enfoque dominaron la administración de las organizaciones durante las cuatro primeras décadas del siglo XX, esto se debe a que dos ingenieros, el estadounidense Frederick Winslow Taylor, inició la llamada escuela de administración científica que buscaba aumentar la eficiencia de la empresa, por medio

de métodos de administración entre las tareas del trabajador y la producción, mientras que el europeo Henri Fayol, desarrollo la teoría clásica que se enfocaba más en la estructura que debía tener una organización para ser eficiente y eficaz.

A partir de estas corrientes se obtuvieron dos orientaciones:

1. La administración científica en la que el tema principal era incrementar la productividad aumentando la eficiencia del nivel operacional, así que se tenía un enfoque de abajo hacia arriba (del obrero hacia el gerente), de las partes hacia el todo. Esto se centraba en los movimientos necesarios para realizar cada tarea, operaciones y cargos que constitúan la llamada Organización Racional del Trabajo.

Esta escuela de administración científica estaba siendo desarrollada en estados unidos conformada además de Taylor por:

- Henry Lawrence Gantt: Su aportación fue los “gráficos de Gantt” o cronogramas que indicas las actividades por realizar y el tiempo adecuado para hacerlas, también le dio importancia a la psicología en la empresa, para poder saber las motivaciones, puntos fuertes y debilidades de los colaboradores, considerando también al adiestramiento como una buena marcha de la empresa.
- Henry Ford: Desarrollo prácticas administrativas, como la disminución de los tiempos de producción mediante el uso eficiente de maquinaria y materias primas, reducción de inventarios en proceso, aumento de la productividad por medio de la especialización del operario.
- Frank Bunker Gilbreth: Llevo a cabo una labor que incluía la comprensión del factor humano y el conocimiento de los materiales herramientas, máquinas e instalaciones. Con esos elementos, desarrollo la ergonomía, conocida también como ingeniería humana, que es el estudio de métodos eficaces que combinaron lo mejor posible la anatomía humana con las máquinas, los materiales y demás medios de producción, además del espacio físico de trabajo. (Hernandez y Rodriguez, 2006).

2. La corriente de los anatomistas y fisiológicos de la organización desarrollada en Francia, en la que su base era aumentar la eficiencia de la empresa a partir de la forma y disposición de miembros de la organización a diferencia de la administración científica esta hacia énfasis en que las tareas se debían de ejecutar de arriba hacia abajo y del todo hacia las partes, así la atención se fijaba en la estructura organizacional en los elementos de la administración y en la departamentalización. Esta escuela tuvo como exponentes a:
- James D. Mooney: Hizo una investigación sobre la estructuración de la iglesia católica, mostrando su organización en el tiempo, su jerarquía de autoridad y su coordinación, la iglesia tuvo una organización jerárquica tan simple y eficiente que pudo operar satisfactoriamente, bajo el mando de una sola cabeza ejecutiva. Así que esta sirvió de modelo para muchas organizaciones.
  - Luther Gulick: Estableció cuatro principios de administración, especialización, autoridad, amplitud administrativa y diferenciación.

#### 10.4.2. Teoría científica

Fue desarrollada principalmente por Frederick Winslow Taylor, el principal pensamiento de esta teoría es el énfasis puesto en las tareas, ya que existe una mejor forma de realizar cualquier trabajo.

Su nombre se debe al intento de aplicar los métodos de la ciencia a la administración para alcanzar la máxima eficiencia empresarial, como la experimentación, observación y medición, con un enfoque de abajo hacia arriba (del obrero hacia el gerente), de las partes hacia el todo.

##### 10.4.2.1. Principios de la administración científica

Un principio determinaban los ingenieros de la administración científica que era una forma de pronóstico, mediante la cual se podía estandarizar y establecer normas de conducta para cualquier situación, los establecidos por Taylor son los siguientes:

1. Principio de planeación: Sustituir la improvisación del operario por los métodos científicos comprobados.
2. Principio de preparación: Seleccionar por medio de métodos científicos al mejor personal para entrenarlos y que produzcan más y mejor.
3. Principio de Control: El trabajo solo se realiza de acuerdo a las normas establecidas y este debe de ser vigilado para que se cumpla.
4. Principio de ejecución: El trabajo se realiza con disciplina de acuerdo a las responsabilidades que se tienen.

En esta administración científica se inició la creencia de que toda persona está motivada por dinero, así que se implementaron los incrementos de la productividad por medio de normas, premios y castigos, lo cual daba lugar a que trataran al elemento humano como un instrumento que solo recibía órdenes, ejecutaba el trabajo y carecían de iniciativa.

Buscaba el rendimiento máximo y no el rendimiento óptimo, ya que la eficiencia solo se media por medio de la rapidez con la que se realizaban las tareas.

Por otra parte estudiaba a las empresas como una entidad independiente a su entorno.

#### 10.4.3. Teoría clásica de la administración

La teoría clásica se distinguía de la científica en la estructura que debe tener una organización, las tareas se debían de ejecutar de arriba hacia abajo y del todo hacia las partes. Henri Fayol creador de la teoría clásica destaca que toda empresa debe de cumplir con seis funciones básicas:

1. Técnicas: Relacionadas a la producción.
2. Comerciales: referentes a la compra, venta o intercambio.
3. Financieras: Búsqueda y manejo de capital, hacer su mejor uso de los recursos disponibles.
4. Seguridad: Protección de los bienes y las personas, ante cualquier circunstancia.
5. Contables: Relativos a los inventarios, registros, balances, costos y estadísticas.
6. Administrativas: Correspondientes con la integración de las otras cinco funciones en la dirección. Las funciones administrativas coordinan y

sincronizan las demás funciones de la empresa y están siempre por encima de ellas.

Fayol menciona que las primeras cinco funciones no pueden ser por si solas formular un plan para la empresa, ya que este ámbito es exclusivo de la administración, la cual la define como el acto de planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar:

1. Planeación: Programar las actividades de la empresa de acuerdo al futuro.
2. Organización: Definir las asignaciones de las tareas y recursos, para el cumplimiento de objetivos.
3. Dirección: Responsabilidad para guiar al personal para lograr las metas propuestas.
4. Coordinación: Unión con todas la áreas de la empresa para definir las actividades a realizar.
5. Control: Comprobar que se cumpla con lo establecido en el plan.

Definió también que estas funciones mencionadas anteriormente pueden ser implementadas por cualquier jerarquización de la organización.

Identificó 14 principios básicos, dentro de los cuales especifica que pueden ser adaptables, medibles y universales a cualquier situación:

1. División del trabajo: Especialización de acuerdo a las tareas con las personas para cumplir con la eficiencia.
2. Autoridad y responsabilidad: Dar órdenes y cumplirlas.
3. Disciplina: En las actividades de la empresa como la obediencia, dedicación y respeto por las normas.
4. Unidad de mando: Existe solo un supervisor para cada colaborador.
5. Unidad de dirección: Un sólo plan y un sólo jefe).
6. Subordinación del interés individual al interés general.
7. Remuneración: Reciprocidad, los salarios deben de ser justos para los empleados como para la organización.
8. Centralización: La autoridad se concentra en el más alto nivel de jerarquización.
9. Cadena escalar: La jerarquía.
10. Orden: Material y humano.

11. Equidad: Conseguir la lealtad de una persona por medio de la amabilidad y la justicia.
12. Estabilidad del personal: Disminuir la rotación, para que una persona permanezca en su cargo y sea positivo para la organización.
13. Iniciativa: Visualizar proyectos y vigilar su éxito.
14. Espíritu de grupo: Armonía y unión de la personas para realizar de mejor manera las actividades.

La teoría clásica tiene como crítica la ausencia de trabajos experimentales, ya que el método es señalado como empírico, sin poner elementos a prueba, ya que sus afirmaciones son revocadas cuando se ponen a experimentación y al igual que la teoría científica tiene un enfoque de sistema cerrado, que solo estudia las variables dentro de la organización.

A pesar de las críticas esta teoría es utilizada por novatos en la administración ya que divide de una manera simple, las tareas administrativas rutinarias y la organización la segmenta en categorías simples y comprensibles.

### **10.5. Proceso administrativo**

El proceso administrativo es la relación de las funciones planeación, organización, dirección y control que buscan aprovechar al máximo cada recurso de una empresa de forma correcta, rápida y eficaz.

El proceso administrativo es la herramienta que se aplica en las organizaciones para el logro de sus objetivos y satisfacer sus necesidades lucrativas y sociales. Si los administradores o gerentes de una organización realizan debidamente su trabajo a través de una eficiente y eficaz gestión, es mucho más probable que la organización alcance sus metas; por lo tanto, se puede decir que el desempeño de los gerentes o administradores se puede medir de acuerdo con el grado en que estos cumplan con el proceso administrativo. (Hurtado, p.47).



### 10.5.1. Origen del proceso administrativo

El paradigma del proceso administrativo y de las áreas funcionales fue desarrollado por Henri Fayol (1916). Aunque todavía se discute si la administración es una ciencia o, por el contrario, es arte, desde una perspectiva funcionalista se afirma que la función básica de la administración, como práctica, es la de seleccionar objetivos apropiados y dirigir a la organización hacia su logro. Lo anterior implica definir la administración como un proceso que, como tal, requiere de la ejecución de una serie de funciones. Fayol describió las actividades administrativas como compuestas por las funciones de planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar. (Zapata y otros, p.64).

### 10.5.2. Etapas del proceso administrativo

El proceso administrativo consta de 4 etapas o funciones básicas. A continuación se describen cada una de ellas, tomando como base el libro del maestro Agustín Reyes Ponce, Administración moderna, y tomando como referencia el proceso administrativo de cuatro etapas: planeación, organización, dirección y control, haremos mención de los principios administrativos aplicables a cada una de las fases del proceso.

#### Planeación

Antes de empezar cualquier proceso es necesario saber a dónde se quiere llegar, esto es lo que se define durante la fase de planeación: fijar el curso concreto de acción, estableciendo los principios, los recursos necesarios, la secuencia de operaciones y la determinación de tiempos.

- Principio de previsibilidad. Las previsiones administrativas deben realizarse tomando en cuenta que nunca alcanzarán certeza completa, ya que existe siempre el riesgo.
- Principio de objetividad. La práctica administrativa debe apoyarse en hechos, y no en opiniones subjetivas.

- Principio de la medición. Los objetivos serán más seguros cuanto más podamos apreciarlos cuantitativamente, es decir, que sean susceptibles de medición.
- Principio de precisión. Los planes deben elaborarse con la mayor precisión posible, y no con afirmaciones vagas y genéricas, ya que van a regir acciones concretas.
- Principio de flexibilidad: Es cierto que debe existir precisión en la elaboración de los planes, pero en su implementación debe haber margen para los cambios que surjan en forma imprevista.
- Principio de unidad. Dentro de la organización se elaboran planes en cada una de las áreas de trabajo, pero estos planes deben ser de tal naturaleza que pueda decirse que existe un solo plan general.
- Principio de rentabilidad. Todo plan debe redituara una relación favorable de los beneficios que espera respecto a los costos que exige.

## Organización

Ya una vez establecido los objetivos es momento de hacer la división de actividades y para esto se toma en consideración las habilidades conocimientos, experiencia, responsabilidad, profesionalidad entre otras de las personas dentro de las organizaciones con el propósito de coordinar todos los recursos ya sean humanos, materiales o financieros. Por lo tal de deben considerar los siguientes principios.

- Principio de especialización. El trabajo tiende a dividirse cada vez más en actividades concretas. El individuo reditúa mayor eficiencia, precisión y destreza al responsabilizarlo a una actividad más limitada y concreta. La especialización genera mayor creatividad e iniciativa.
- Principio de unidad de mando. Un subordinado recibirá órdenes de un solo jefe.
- Principio del equilibrio de autoridad-responsabilidad. Debe precisarse el grado de responsabilidad que corresponde a cada jefe dentro de los niveles de la organización, estableciendo al mismo tiempo la autoridad correspondiente a aquélla.

- Principio de dirección-control. A cada grado de delegación debe corresponder el establecimiento de los controles adecuados para asegurar la unidad de mando.

## Dirección

La dirección comprende la ejecución de los planes ya asignados a un equipo. Y esta depende de la influencia del jefe y de su motivación, comunicación y supervisión a su equipo para que este logre los objetivos. En conclusión, es poner en acción a los recursos humanos. Se puede ejecutar la dirección apegado a estos principios.

- Principio de coordinación de intereses. Es importante lograr una comunión de intereses particulares y generales dentro de la organización, para el logro de los objetivos.
- Principio de impersonalidad del mando. El ejercicio de la autoridad debe verse como producto de una necesidad de todo el organismo, y no como resultado exclusivo de la voluntad del que manda.
- Principio de la vía jerárquica. Las órdenes, quejas y comunicaciones en general deben seguir los conductos previamente establecidos, y jamás omitirlos sin razón, ni en forma constante.
- Principio de resolución de conflictos. El conflicto debe resolverse lo más pronto posible, sin lesionar la disciplina y que produzca el menor disgusto de las partes involucradas.
- Principio de aprovechamiento de conflictos. El conflicto no es una amenaza; por el contrario, administrativamente se considera como una oportunidad y debe aprovecharse para forzar el encuentro de soluciones.

## Control

El control mide el desempeño en relación a las metas para así detectar las desviaciones negativas o estancamientos. Plantea también las correcciones necesarias para poder cumplir con los planes, etapa que se puede ejecutar bajo los siguientes principios.

- Principio del carácter administrativo del control. Es necesario distinguir “las operaciones” de control de “la función” de control.
- Principio de los estándares. El control es imposible si no se fijan anticipadamente, en forma precisa y cuantitativa, los estándares correspondientes a la operación en turno.
- Principio de excepción. El control administrativo es más eficaz y rápido cuando se concentra en los casos en que no se logró lo previsto.

### **10.6. Proceso**

Un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado.

Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) un proceso es cualquier actividad o grupo de actividades en las que se transforman uno o más insumos para obtener uno o más productos para los clientes internos y externos.

De acuerdo Chase, Jacobs y Aquilano (2004) con Es cualquier parte de una organización que recibe insumos y lo transforma en productos o servicios mismo que se espera que sea de mayor valor para la organización que los insumos originales.

#### **10.6.1. Importancia de los procesos en la empresa**

Según Zaratiegui (1999) los procesos se consideran actualmente como la base operativa de gran parte de las organizaciones y gradualmente se van convirtiendo en la base estructural de un número creciente de empresas.

### **10.7. Almacén**

De acuerdo a Isabel Zapatero, A. (2016). Manual Facturación y Almacén. Formación para el Empleo. Madrid, Spain: Editorial CEP, S.L., el almacén es un área estructurada y planificada dentro de la empresa con el objetivo de custodiar, proteger y controlar

los bienes antes de que la administración, la producción o la venta de mercancía los requiera.

### 10.7.1. Funciones del almacén

Los almacenes están estructurados para llevar a cabo las siguientes actividades:

- Recepción de mercancías.

Una vez el pedido llega a almacén y la recepción del transporte se ha llevado a cabo, se procede con la verificación de la misma comprobando que lo que ha llegado coincide con lo solicitado y se resguarda la documentación, posterior a esto se realiza la descarga y se hace un control cuantitativo mediante el conteo de la mercancía, se extrae una muestra y de ser necesario se manda a analizar para comprobar la calidad, de no ser así se puede efectuar el control cualitativo en ese momento.

- Almacenamiento.

Consiste en las tareas que realizan los operarios de almacén para ubicar la mercancía en la zona más idónea con el fin de poder acceder a ella y localizarla fácilmente.

Para asignar la ubicación de la mercancía se deben tener en cuenta las características del material o bien, la rotación, peso, volumen, etc.; si bien esta actividad la puede realizar el almacenista, las empresas se apoyan del uso de software que permiten el control de todo el almacén.

- Conservación y manutención.

Consiste en la guarda y conservación de la mercancía desde que esta entra a almacén, hasta que es entregada al departamento o usuario que le solicitó.<sup>8</sup>

- Organización y control de las mercancías.

Consiste en determinar el nivel de stock, esta actividad se puede realizar haciendo uso de un software, mismo que ayuda a establecer la frecuencia y la cantidad de pedido de cualquier material que entra a almacén, establecer límites de stock, etc.

### 10.7.2. Clasificación de los almacenes

La actividad económica de una empresa puede requerir varios tipos de almacén: almacén de materias primas, almacén de productos semi-elaborados, almacén de productos terminados, etc. Todos ellos deben estar situados en función de sus necesidades de funcionamiento.

Atendiendo a lo ya dicho podemos clasificar los almacenes en función del grado de protección atmosférica, del tipo de material almacenado, de su localización (función de la logística de distribución), de su equipamiento y técnicas de manipulación, o según su régimen jurídico. Mas para este trabajo no se abordara la clasificación del régimen jurídico.

- Según el grado de protección atmosférica
  - a) Almacenes cubiertos: son almacenes que poseen una edificación sea de ladrillos, lona, paneles metálicos. Ofrecen una protección completa a los materiales que allí se almacenan, y permiten inclusive el cambio de condiciones como temperatura, humedad, etc., dentro del almacén.
  - b) Almacenes descubiertos o al aire libre: Estos son almacenes delimitados por cercas, marcajes y que no poseen ninguna edificación física. Aquí se almacenan productos que no se deterioran o degradan con los efectos atmosféricos.
- Según el tipo de material almacenado (la naturaleza el artículo nos da el tipo de almacén)
  - a) Almacenes de materias primas: Este tipo de almacenes normalmente están situados cerca de la nave de producción o el sitio donde se utilizarán estos materiales para ser transformados.
  - b) Almacenes de productos intermedios (Semi-elaborados): Estos almacenes generalmente se sitúan en el interior de la planta de fabricación, ya que su misión es la de servir de colchón entre las distintas fases de obtención de un producto; se asume que estos materiales tienen tiempos mínimos de espera para su utilización.
  - c) Almacenes de productos terminados: son almacenes exclusivos para el producto terminado. Es el almacén que normalmente es el de mayor

valor económico de todos los existentes, por el que el primer objetivo es el de mantener el índice de rotación lo más alto posible.

- d) Recambios: Este almacén es el dedicado a los repuestos; es un almacén que está dirigido a almacenar las necesidades de mantenimiento.
  - e) Materiales auxiliares: Es el dedicado a los materiales auxiliares que se utilizan en la producción.
  - f) Archivos
- Según su función de la logística de distribución
    - a) Almacenes de planta o almacén central: Son almacenes que están localizados lo más cerca posible del centro de fabricación, con el fin de reducir los costos de manipulación y transporte, desde la salida de producción al punto de almacenamiento. Su misión principal es de controlar la operación como poseedor del stock principal, y así si es necesario, surtir a los almacenes regionales. Estos actuarán también como regionales en el área de influencia de donde estén ubicados.
    - b) Almacenes regionales: Estos almacenes deben estar lo más cercano posible al punto de mayor consumo de la región o zona de su influencia, teniendo en cuenta que esta zona de influencia no debe ser más amplia para la distribución de una jornada. Su misión fundamental es la de distribuir mercancía de los clientes mayoristas o minoristas de una determinada área. Estos almacenes deben de estar preparados para recibir camiones de gran tonelaje desde las plantas de fabricación o los proveedores y de igual manera estar preparados para la distribución en camiones más pequeños de reparto capilar. Se le dará importancia en este tipo de almacenes a la zona de preparación de pedidos.
    - c) Almacenes plataforma: Parecida filosofía que el almacén regional pero de dimensiones menores ya que utiliza técnicas como cross-docking, flujo tenso y stocks de choque disminuyendo el stock global. La decisión de crear estos almacenes dependerá del diseño de distribución. Lo que se pretende con las plataformas es minimizar los stocks y aumentar el nivel de servicio al cliente.
    - d) Almacenes temporales o de depósito: Como su nombre lo dice, son los que están destinados a cubrir los picos de demanda que necesitan ser

atendidos con un sobre stock. Suelen ser almacenes de contratación temporal y se debe tener siempre en cuenta que en caso de tenerlos debemos pensar bien la mercancía que depositaremos en él, cuidándonos de que ésta sea de servicio directo al cliente o los almacenes regionales, y nunca de devolución al almacén principal.

### **10.8. Inventario**

La palabra inventario proviene del latín “inventarium” que significa listado de lo hallado. La función del inventario comprende un grupo de operaciones que se ocupan de conservar y manipular los recursos de la empresa para que la producción no se paralice y sea continua.

El inventario es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar con aquellos, permitiendo la compra y venta o la fabricación primero antes de venderlos, en un periodo económico determinados. Deben aparecer en el grupo de activos circulantes.

Los Inventarios son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización. Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso y productos terminados o mercancías para la venta, los materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados para la venta o en la prestación de servicios; empaques y envases y los inventarios en tránsito.

El objeto del inventario radica en proveer o distribuir adecuadamente los materiales necesarios a la empresa, colocándolos a disposición en el momento indicado, para así evitar aumentos de costos perdidas de los mismos. Permitiendo satisfacer correctamente las necesidades reales de la empresa, a las cuales debe permanecer constantemente adaptado. Por lo tanto la gestión de inventarios debe ser atentamente controlada y vigilada.



### 10.8.1 Gestión de inventarios

La gestión de inventarios es un procedimiento que se realiza con la finalidad de determinar la cantidad y tipo de insumos requeridos para la elaboración del producto o para el ofrecimiento del servicio y así poder satisfacer en su totalidad a los usuarios de este bien o servicio. Igualmente se puede facilitar la venta del producto y la minimización de los costos. Según REYES, Primitivo. Administración de inventarios en almacenes: Logística y Operación. México, Julio 2009, p. 5.

De acuerdo con Guerrero H. Inventarios: Manejo y control (2009), Director del presente trabajo, la gestión de inventarios es importante porque mediante su administración científica ha repercutido en el ahorro de muchas empresas del entorno nacional. En modelo de inventarios que adopte cada empresa depende de las características propias en cuanto a la demanda de sus productos. Esta demanda puede ser determinística, cuando su cantidad es conocida exactamente para un período, o probabilística, cuando las cantidades futuras no se conocen exactamente.

Cabe señalar que las empresas deben procurar formular modelos matemáticos apropiados para que estos describan el comportamiento de sus sistemas de inventarios, derivado de la adopción de políticas propias según la información que señale el tiempo óptimo para reabastecerse. De otra parte, la gestión de inventarios es indispensable como elemento de protección en los casos en que se disparen los precios y se produzca escases de la materia prima, es decir; se “debe prever un aumento significativo de precios de materias primas y por tanto se debe almacenar una cantidad de materia prima suficiente cuando el precio de la misma se encuentra en un nivel bajo.

### 10.8.2. Importancia del inventario

Un inventario detallado permite generar órdenes de compra y producción en cantidades óptimas para que la empresa no genere pérdidas económicas en un periodo de tiempo, ya sea por falta de materiales o deterioro de ellos por

almacenamiento inadecuado o exceso; así mismo permite que no se genere un inventario obsoleto he inmovilizado debido al exceso de producción sin venta.

El manejo adecuado permite a los usuarios de la información mantener un control oportunamente, así como conocer al final de un periodo la situación actual de un sistema de almacenamiento.

### 10.8.3. La eficiencia del control de inventarios

La eficiencia del control de inventarios puede afectar la flexibilidad de operaciones de la empresa ya que el control del inventario determina los grados de flexibilidad ocasionando que en algún momento se encuentre abundancia o carencia de la materia por lo tal puede afectar la planeación y control de la producción y al mismo tiempo al monto de las inversiones de requerimientos de materiales. Esto quiere decir que a menor eficiencia del control de inventarios, mayor la necesidad de la inversión en recursos que puede tener afectación en la rentabilidad de la organización. (Molina 1989).

### **10.9. Conceptos básicos del almacén de materias primas**

- Yacimiento mineral

Según el Glosario Técnico Minero (2015). Es una acumulación natural de una sustancia mineral o fósil, cuya concentración excede el contenido normal de una sustancia en la corteza terrestre (que se encuentra en el subsuelo o en la superficie terrestre) y cuyo volumen es tal que resulta interesante desde el punto de vista económico, utilizable como materia prima o como fuente de energía. Es una concentración de elementos minerales, cuyo grado de concentración o ley mineral hace que sea económicamente rentable su explotación.

Lugar donde se encuentra una sustancia o unos objetos determinados, por ejemplo, yacimiento de minerales, yacimiento de petróleo, yacimiento de fósiles.

- Piedra caliza

Según Guerrero (mayo - agosto 2001). Las calizas son rocas sedimentarias de origen fundamentalmente químico u organógeno, formadas al menos por un 50% de carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ), con porcentajes variables de impurezas, en su interpretación más amplia, el término incluye cualquier material calcáreo que contenga carbonato de calcio como mármol, creta, travertinos, coral y marga.

- **Peso volumétrico**

El peso volumétrico también denominado peso unitario o densidad de masa, es el peso de un material, que ocupa un volumen específico.

- **Granulometría**

Tomado de Normas ASTM y Guía de Laboratorio Construcción I, UCA, marzo de 1996

Por granulometría o análisis granulométrico de un agregado se entenderá todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del agregado según tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan las mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregado en cada una de ellas. En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra.

Estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados, en cada malla, ya que con estos últimos se procede a trazar la gráfica de valores de material (granulometría).

- **Humedad**

Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire.

## CAPITULO 4. DESARROLLO

### **11. Procedimiento y descripción de las actividades**

#### **11.1. Diagnóstico para evaluar áreas de oportunidad**

Para identificar el área de oportunidad donde la empresa requiere atención se realiza un análisis que diagnostique la zona y proceso más relevante para la implementación de una propuesta de mejora.

El análisis esta complementado por una guía de observación y la siguiente tabla donde se indica el valor de la significancia de los datos del proceso para el control y planeación de la producción.

*Tabla 1. Criterio de calificación para la evaluación a las áreas de producción.*

<b>Criterio de evaluación</b>	
<b>Calificación</b>	<b>Significancia</b>
<b>1</b>	<b>Baja (no relevante)</b>
<b>2</b>	<b>Media (poca afectación)</b>
<b>3</b>	<b>Alta (alta afectación)</b>

Se toma como base en el proceso de Sistemas de Gestión de la Calidad, Lean Manufacturing (paso a paso) Socconini (2008). Para poder identificar el área de oportunidad.

##### **11.1.1 Guía de observación**

Las siguientes tablas representan las evaluaciones a las áreas de producción para poder diagnosticar el área de oportunidad y validar este proyecto.

Tabla 2. Evaluación al departamento de Unidad de Calcinación 1

Guía de evaluación		
Área	Valor	Pregunta
Unidad de Calcinación 1	2	1. ¿Las actividades del proceso generan datos para la toma de decisiones?
	1	2. ¿Los datos recabados del proceso son determinantes para la planeación y control de la producción?
	1	3. ¿Se cuenta con un método para el levantamiento de datos?
	1	4. ¿La recolección de datos se realiza en tiempo y forma?
	3	5. ¿Los datos son determinantes para la estabilidad del proceso?
<b>Total</b>	<b>8</b>	

Tabla 3. Evaluación del departamento de Trituración de Agregados

Guía de evaluación		
Área	Valor	Pregunta
Trituración de Agregados	1	1. ¿Las actividades del proceso generan datos para la toma de decisiones?
	1	2. ¿Los datos son sujetos a cambios por otros factores?
	1	3. ¿La obtención de los datos es por turno?
	1	4. ¿Los datos obtenidos afectan en la planeación de la producción?
	3	5. ¿Existe un procedimiento o método para la obtención de datos?
<b>Total</b>	<b>7</b>	

Tabla 4. Evaluación del departamento de Combustible

Guía de evaluación		
Área	Valor	Pregunta
<b>Combustible</b>	1	1. ¿El departamento cuenta con una base de datos?
	1	2. ¿Los datos son sujetos a cambios por otros factores?
	1	3. ¿La obtención de los datos es por turno?
	1	4. ¿Los datos obtenidos afectan en la planeación de la producción?
	2	5. ¿Existe un procedimiento o método para la obtención de datos?
<b>Total</b>	6	

Tabla 5. Evaluación al departamento de Almacenes de Materias Primas

Guía de evaluación		
Área	Valor	Pregunta
<b>Almacenes de materias primas</b>	2	1. ¿El departamento cuenta con una base de datos?
	3	2. ¿Los datos son sujetos a cambios por otros factores?
	3	3. ¿La obtención de los datos es por turno?
	3	4. ¿Los datos obtenidos afectan en la planeación de la producción?
	1	5. ¿Existe un procedimiento o método para la obtención de datos?
<b>Total</b>	12	

Tabla 6. Evaluación del departamento de Molinos de Cemento

Guía de evaluación		
Área	Valor	Pregunta
Molinos de cemento	1	1. ¿El departamento cuenta con una base de datos?
	1	2. ¿Los datos son sujetos a cambios por otros factores?
	1	3. ¿La obtención de los datos es por turno?
	2	4. ¿Los datos obtenidos afectan en la planeación de la producción?
	3	5. ¿Existe un procedimiento o método para la obtención de datos?
<b>Total</b>	<b>8</b>	

Tabla 7. Evaluación del departamento de Trituración Primaria

Guía de evaluación		
Área	Valor	Pregunta
Trituración Primaria	1	1. ¿El departamento cuenta con una base de datos?
	3	2. ¿Los datos son sujetos a cambios por otros factores?
	1	3. ¿La obtención de los datos es por turno?
	1	4. ¿Los datos obtenidos afectan en la planeación de la producción?
	3	5. ¿Existe un procedimiento o método para la obtención de datos?
<b>Total</b>	<b>9</b>	

Al término de la evaluación de las diferentes áreas de producción se realiza una sumatoria de los puntos obtenidos y se realiza el siguiente cuadro con la puntuación total de cada departamento evaluado.

Tabla 8. Comparativa de las áreas de producción según los resultados de la evaluación.

Área	Puntos totales
Unidad de Calcinación 1 y 2	8
Trituración de agregados	7
Trituración primaria	9
Combustible	8
Almacenes de materias primas	12
Molinos de cemento	8

De acuerdo con la evaluación de esta investigación se puede concluir y diagnosticar el área de oportunidad con el siguiente diagrama de Pareto.

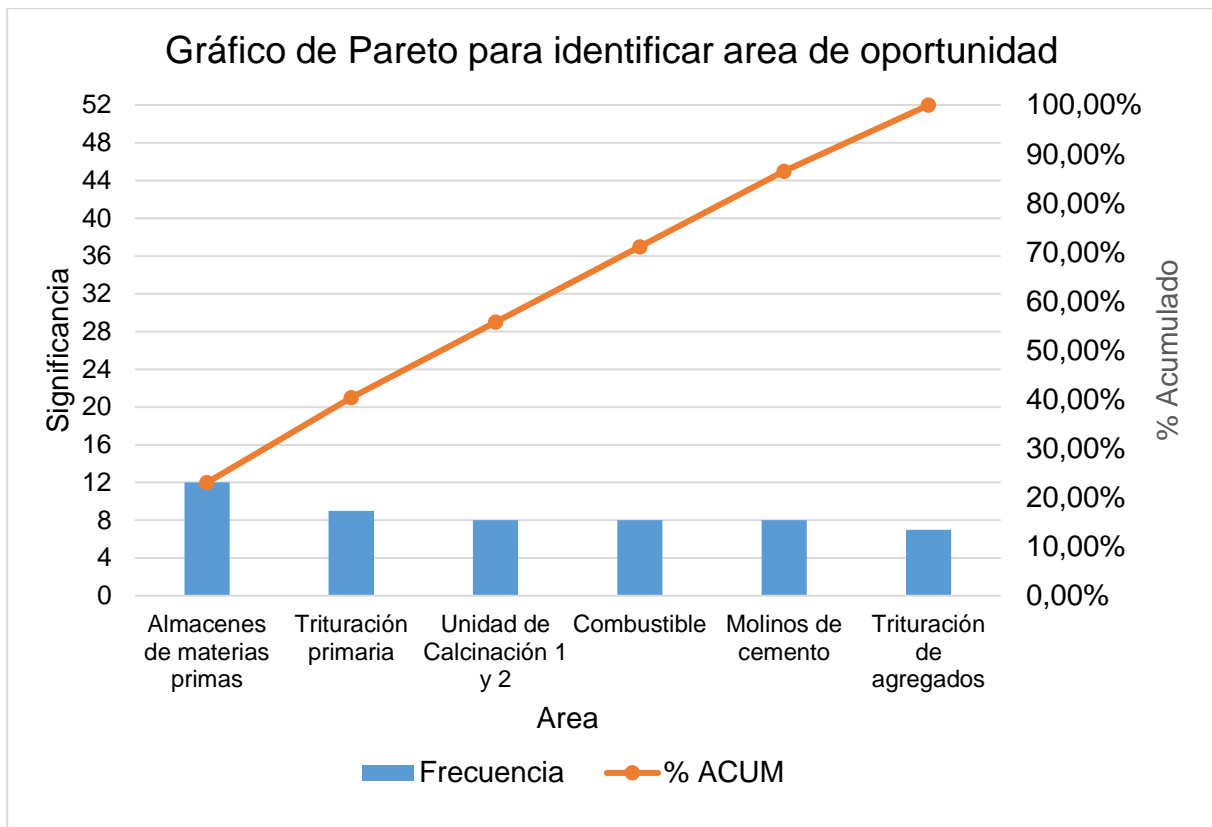
Tabla 9. Datos necesarios para el diagrama de Pareto

Datos para el diagrama de Pareto				
Área	Frecuencia	%	Acumulado	% ACUM
Almacenes de materias primas	12	23,08%	12	23,08%
Trituración primaria	9	17,31%	21	40,38%
Unidad de Calcinación 1 y 2	8	15,38%	29	55,77%
Combustible	8	15,38%	37	71,15%
Molinos de cemento	8	15,38%	45	86,54%
Trituración de agregados	7	13,46%	52	100,00%
Total	52	100,00%		

Este diagrama de Pareto es realizado para identificar el departamento de oportunidad. En este diagrama de Pareto donde las preguntas tienen un número de frecuencia aplicada a 5 departamentos de producción se puede diagnosticar lo siguiente.



Grafica 1. Grafica de Pareto



El diagrama de Pareto nos indica que el departamento de Almacenes de Materias Primas y Trituración Primaria son las áreas que más oportunidad tiene para la implementación de mejora por manejar datos que son determinantes para la planeación y control de la producción.

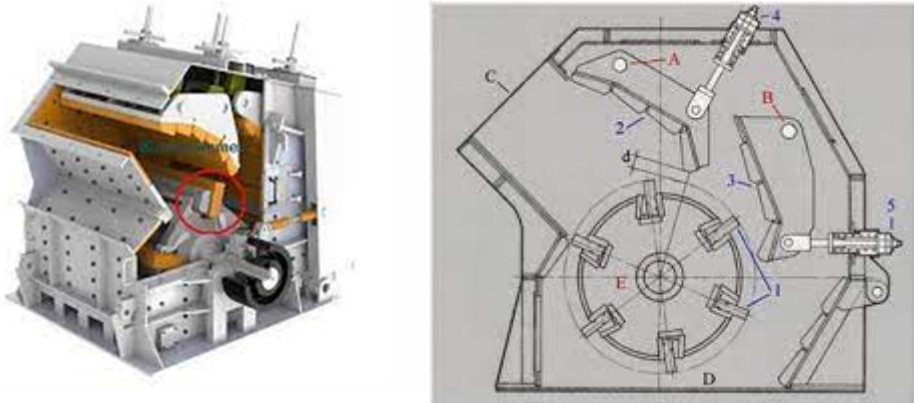
### 11.2. Área de oportunidad

De los resultados obtenidos en el análisis se obtiene que el área de Almacenes de Materias Primas es la que tiene mayor campo de oportunidad. Ya que esta área almacena material proveniente del proceso de Trituración Primaria en el cual se tritura piedra caliza de dimensiones de hasta  $1 m^3$ , por medio de una trituradora de impacto de eje horizontal capacidad de trituración de 1400 t/h (Ilustración 3), equipada con un rotor que en su eje consta de seis barras (Ilustración 4) el cual esta resguardado por una carcasa que aloja mamparas de impacto ajustables.

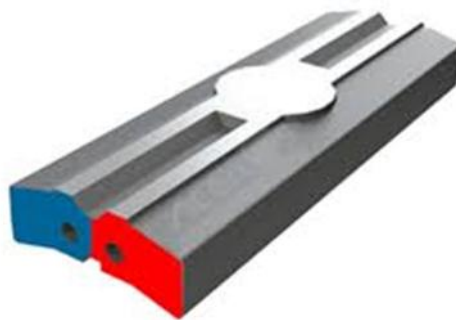
La materia que se obtiene luego de atravesar Trituración Primaria es piedra caliza amorfa de dimensiones de 2 pulgadas cubicas las cuales pueden variar su dimensión

debido al desgaste que sufre las barras del rotor y las mamparas de impacto con el transcurso de las horas de operación.

*Ilustración 3. Trituradora de eje horizontal*



*Ilustración 4. Barras de trituradora*



Dicho esto el campo de oportunidad que se presenta en el área de Almacenes de Materias Primas surge ya que el almacén Pre-homogeneizador de caliza que es donde se apila el material triturado proveniente de Trituración Primaria, muestra diferencias de su inventario en comparación con los reportes diarios de entrada y salida.

Para esto Trituración Primaria emite un reporte diario de operación donde especifica la cantidad de materia prima procesada dicho reporte es realizado de forma gravimétrica utilizando la unidad de medida de toneladas. Y de esta forma se contabiliza la materia almacenado diario.

Para contabilizar las salidas del almacén se utiliza una báscula dosificadora, la cual está instalada en el proceso de Molinos de Crudo, dicho instrumento cuenta el material utilizado en su proceso de manera gravimétrica utilizando la unidad de medida de toneladas.

Así pues el departamento de Almacenes de Materias Primas contabiliza su existencia dentro del almacén de manera volumétrica utilizando como unidad de medida el metro cúbico. Para obtener los metros cúbicos disponibles se utiliza una regla que se encuentra en la base la cual divide en 12 partes o sectores al almacén y de manera visual se identifica en que parte de la regla se está apilando y el punto donde se está recuperado para obtener sectores libres de forma volumétrica.

Ya una vez obtenido el volumen disponible, por medio de una tabla (Anexo 1) ya determinada se hace la conversión de volumen a peso para poder establecer los requerimientos de materia prima al departamento de Trituración Primaria.

Cabe señalar que la tabla de conversión que se utilizan lleva implícito el valor del peso volumétrico de la materia prima el cuál es considerado como  $1.91 \text{ t/m}^3$  así como la capacidad total del almacén que actualmente se consideran 35000 toneladas. Dichos datos llevan más de 7 años sin ser verificados o actualizados.

Para poder continuar con el planteamiento de este análisis considero necesario la descripción del almacén pre-homogeneizador.

### 11.3. Almacén Pre-homogeneizador

El almacén Pre-Homogeneizador de caliza es una estructura circular tipo domo que en su base consta de una regla que lo divide en 12 partes o sectores (ilustración 5) que son utilizados para calcular el inventario físico existente de manera cúbica.

*Ilustración 5. Almacén Pre-Homogeneizador de cañiza de mezcla.*



Dicho almacén está equipado de un Brazo Apilador y un Recuperador unidos por una columna central (Ilustración 6). Donde el material proveniente de Trituración Primaria es recibido por la parte superior del almacén por medio de un brazo apilador el cual distribuye el material dentro del almacén con un sistema de apilamiento llamado Chevcon (apilamiento sin fin o continuo), el cual consiste en formar una parva o pila de material de forma continua por medio del va y viene de manera ascendente a decente del brazo apilador, dentro de un ángulo de rotación determinado hasta alcanzar la altura establecida. Dicho sistema de apilamiento es utilizado para mantener una homogenización de caliza adecuada, ya que es parte importante de la calidad. Por lo tal el material que se almacena hoy se mezcla con el existente lo que ocasiona que se pierda la contabilidad del inventario, ya que por el otro extremo de la parva se encuentra un recuperador de puente equipado con un rastrillo dentado que va retirado material por la parte inferior del almacén para alimentar el siguiente proceso.

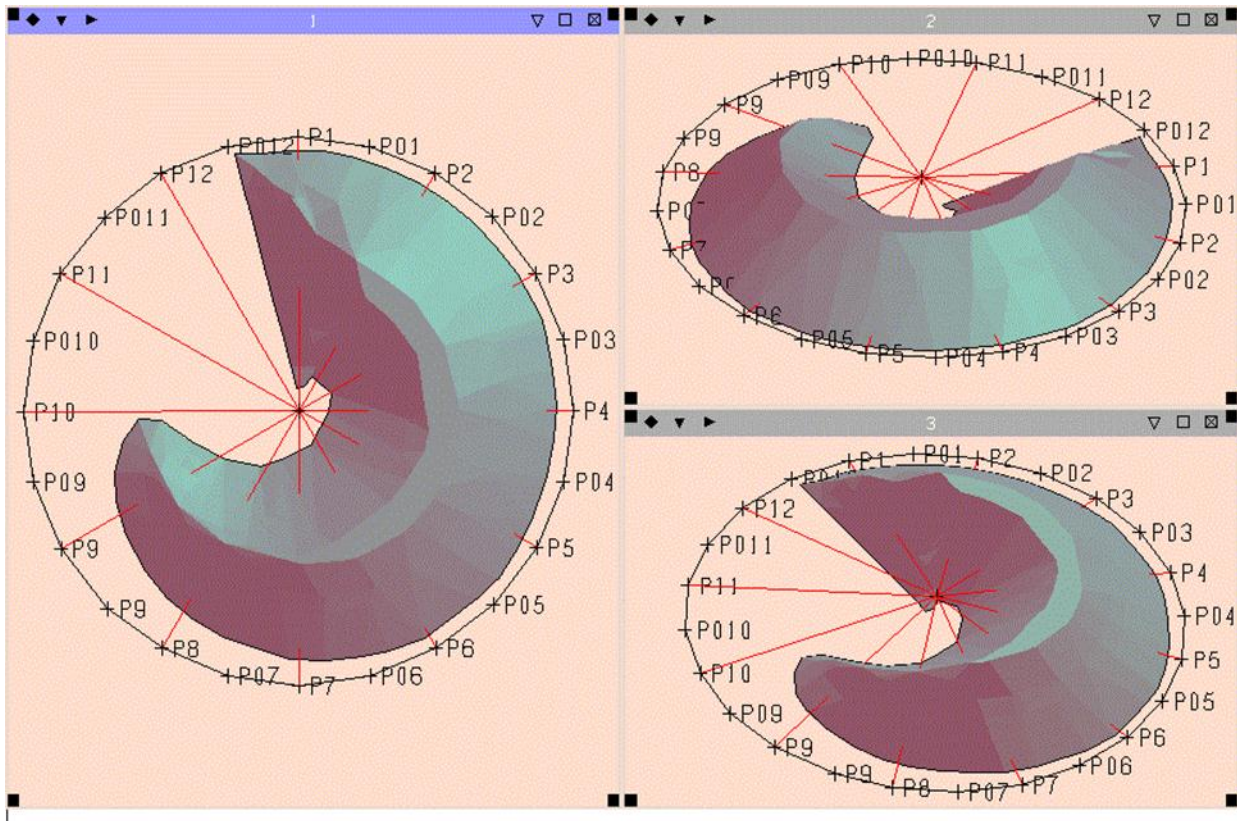
*Ilustración 6. Recuperador y apilador unidos por columna central*



#### 11.4. Descripción de la pila de caliza de mezcla

La parva o pila es de forma circular que en su inicio tienen una altura de 1.5 m y una anchura de 2 m, la cual va aumentando su tamaño de menor a mayor hasta alcanzar una altura de 13.50 m, con un ángulo de reposo de 30°.

Ilustración 7. Parva de caliza de mezcla en 3D.



Como ya se ha mencionado antes se desconoce la capacidad real de almacenamiento y se establece que el valor del peso volumétrico con que se hace la conversión de volumen a peso tiene factores que lo afectan o modifican como la cantidad de humedad que retiene la caliza, granulometría y el posible error del instrumento de pesaje de Trituración Primaria.

Dicho esto se pretende clarificar con el desarrollo de este análisis las siguientes cuestiones:

- La capacidad total de almacenamiento en el almacén pre-homogeneizador de caliza mezcla.
- Conocer el porcentaje presente de humedad en la caliza.

- La granulometría presente en la caliza si tiene afectación en peso volumétrico.
- El posible error del instrumento de medición.

### 11.5. Procedimiento

Para realizar el análisis se realiza una recolección de datos de los reportes de Trituración Primaria, consumo en Molinos de Crudo y Almacenes de Materias Primas, es decir la entra, salida y existencia y poder determinar la variación del inventario físico con respecto a las entradas y salidas en el periodo de Enero-Junio 2021.

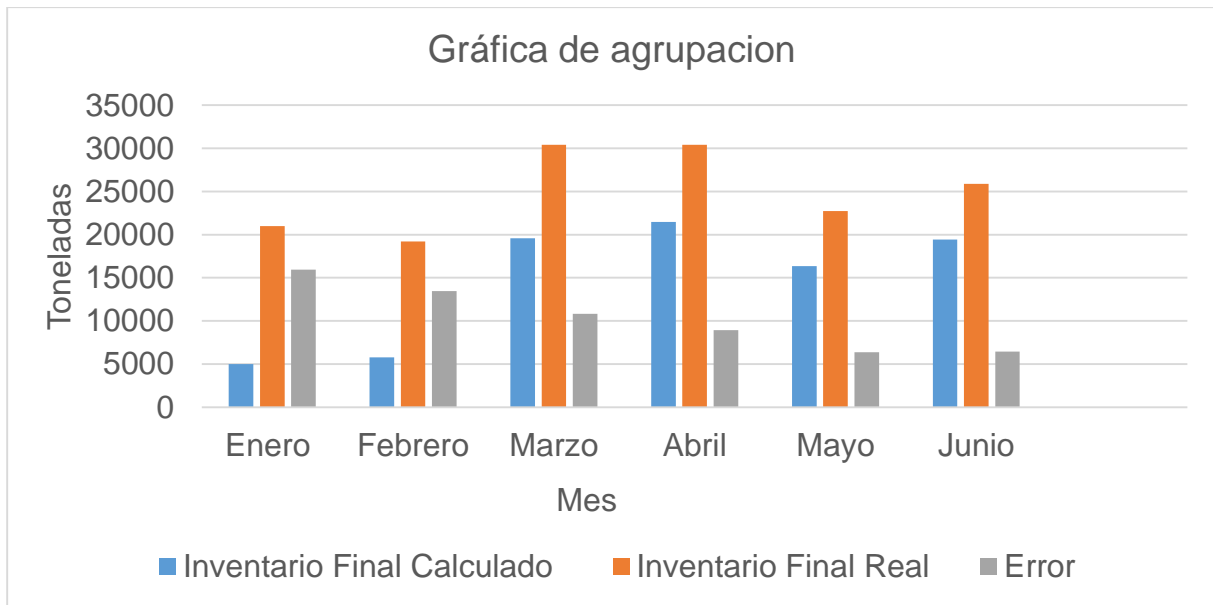
El método que se utiliza es el siguiente se contabiliza el almacenamiento, consumo y existencia y se calcula un inventario final que posterior mente es comparado con el inventario físico.

La tabla 10 representa el inventario calculado y el inventario real con el que se cuenta en cada mes, así como la diferencia de los datos.

*Tabla 10. Comparación del inventario real contra el inventario calculado del almacén Pre-Homogeneizador*

Comparación de inventarios			
Mes	Inventario Final Calculado	Inventario Final Físico	Diferencia
Enero	5014,99	20973	15958,01
Febrero	5772	19223	13451
Marzo	19588	30423	10835
Abril	21482	30423	8941
Mayo	16344	22723	6379
Junio	19427,3	25873	6445,7

Grafica 2. Comparación del inventario real y el inventario calculado del almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla.



En los datos obtenidos se observa que existe una variación entre el inventario real y el inventario calculado que va de 6000 hasta 15000 toneladas mensuales.

Para poder determinar la variación del inventario se analizan las siguientes variables que tienen participación en la manera de cuantificar la materia prima. Dichas variables se analizar de manera gravimétrica y volumétrica.

Para la variable gravimétrica se analiza el porcentaje de humedad en la materia prima y el porcentaje de error del instrumento de pesaje de Trituración Primaria.

Para la variable volumétrica se analiza la granulometría y se identifica la capacidad real almacén Pre-Homogeneizador de caliza de caliza de mezcla en volumen.

#### 11.5.1. Análisis de variables volumétricas

Volumetría es el proceso que permite medir y determinar volúmenes. El volumen, por su parte, es la magnitud que señala la extensión de algo en alto, ancho y largo, teniendo que como unidad al metro cúbico. Pérez J & Merino M. (2015).

Las variables volumétricas son aquellas que influyen en la densidad de la masa, es decir es el peso de la materia que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado.

### 11.5.2. Identificación de la capacidad del almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla

Para determinar la capacidad del almacén se realiza un levantamiento topográfico del material contenido en el almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla y se divide en sus secciones para determinar cuántos metros cúbicos completan un sector y de igual forma la capacidad total del almacén (Anexo 2 y 3). Dicho procedimiento se realiza a tres diferentes muestras.

### 11.5.3. Granulometría de la caliza de mezcla

La granulometría es utilizada para conocer la titulación de los suelos y se apega a las normas N-CMT-4-02-002/11, la cual hace referencia a los requisitos de calidad que cumplirán los materiales que se utilicen en la construcción de bases hidráulicas de pavimentos asfálticos y pavimentos de concreto hidráulico. En este análisis se realiza para verificar si la diferencia del tamaño de la materia tiene afectación en el peso volumétrico.

La granulometría utilizada en este análisis es en base a los tamices de las siguientes clasificaciones malla 4", 3", 2", 1" y 1/2".

El método de recolección de muestras es el siguiente

1. Se determina un contenedor de las siguientes medidas:

Diámetro: .285 m

Altura: .37 m

Peso: .95 kg

2. Posteriormente se obtiene el volumen con la siguiente fórmula

$$v = \pi * r^2 * h$$

v= volumen

r= radio

h= altura

Sustitución

$$V = (3.1416) * (0.1425m)^2 * .37m = .0236 m^3$$



Seguido de esto se llena el recipiente con caliza de mezcla y se pesa y se procede a hacer el análisis de granulometría (anexos 3 y 4).

#### 11.5.4. Análisis de variables gravimétricas

La gravimetría alude al método cuantitativo que posibilita descubrir, al medir su peso, una cantidad de sustancia. La gravimetría, en este caso, implica pesar la sustancia eliminando la presencia de cualquier otro elemento que pueda interferir, para luego desarrollar un cálculo analítico en base a los pesos moleculares y atómicos. Pérez J & Merino M. (2015).

#### 11.5.5. Porcentaje de humedad en la caliza de mezcla

La humedad gravimétrica es la relación entre la masa de la fracción líquida y la masa de la fracción sólida. Es decir, la cantidad de agua que se encuentra añadida a una partícula en este caso a la caliza de mezcla. Es necesario esclarecer que para este análisis solo se realizaran pruebas de humedad gravimétrica.

##### Método

El método utilizado es termo-gravimétrico, es decir, pérdida por secado, mediante el cual se calienta la muestra y se registra la pérdida de peso debida a la evaporación de la humedad.

##### Aplicación del método

1. Se toman muestras de caliza de mezcla y se ponen en un recipiente.
2. Se pesan se introducen al horno previamente calentado a una temperatura de 120° C.
3. La muestra dura dentro del horno por un periodo de 150 minutos
4. Posterior mente se retira la muestra y se pesa.
5. Se registran los pesos.
6. Se obtiene el porcentaje de pérdida de peso por eliminación de la humedad.

Fórmula para obtener el porcentaje de pérdida de peso por ausencia de humedad

$$Hg = \frac{Pa}{Pss} * 100 = \frac{Psh - Pss}{Pss} * 100$$

Donde:

Hg= Humedad gravimétrica

Pa= Perdida del agua

Psh= Peso de suelo húmedo

Pss= Peso de suelo seco

#### 11.5.6. Porcentaje de error en el instrumento de medición (bascula Hasller)

El departamento de Trituración Primaria contabiliza la materia prima de manera gravimétrica utilizando la unidad de medida de toneladas. Dicha contabilidad es por medio de dos instrumentos de medición los cuales son báscula tipo puente Mettler Toledo (anexo 7) y una báscula dinámica tipo Hasller (anexo 8) montada sobre una banda transportadora.

La bascula Mettler Toledo es la primer en hacer mediciones del peso ya que esta pesa la materia prima proveniente del yacimiento, (material en greña con dimensiones de  $1 m^3$ ) que es transportada por un camión tipo Yucle hasta la trituradora.

La bascula dinámica tipo Hasller hace mediciones de peso del material triturado.

Cabe señalar que ambos instrumentos son sometidos a un programa de verificación y calibración dentro de un período semestral. Para el caso de Hasller, su calibración es realizada por el departamento de instrumentistas de Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V. Y para Mettler se contrata a un proveedor externo que hace la verificación y emite un certificado.

Método de recolección de las básculas Mettler y Hassler.

Método de recolección de datos para Mettler

La bascula Mettler cuenta con un programa donde registran todos datos de pesaje de cada una de las unidades de transporte de materia prima, se toman muestras de diferentes días de operación y se crea una base de datos para poder analizar los pesajes.

Método de recolección de datos para Hasller

La báscula Hasller contabiliza un flujo de material continuo que va pasando por una banda transportadora dicha contabilización es acumulable, que al final de operaciones el departamento de Trituración Primaria obtiene dicho dato para realizar su reporte de producción.

Obtención de los datos de la báscula Hasller

1. Se toman muestras de diferentes días de operación. Dichas fechas tienen que coincidir con las muestras obtenidas de la base de datos de Mettler.
2. Se analizan los datos de ambas basculas
3. Con los datos obtenidos se hacen los análisis correspondientes y se determina el porcentaje de error de la báscula Hasller ya que es la que se utiliza para generar el reporte de Trituración Primaria.

Para determinar el porcentaje de error se utiliza la siguiente formula:

$$e = \frac{ha - Pa}{Pa} * 100$$

Donde

E= error

Ha=Hasller

Pa=patron

Cabe señalar que se utiliza la báscula Mettler como patrón ya que esta es certificada y verificada por un proveedor externo.

### 11.5.7. Cronograma de actividades

En el siguiente cronograma se enuncian las actividades y su respectiva fecha de elaboración.

*Tabla 11. Cronograma de actividades*

<b>Actividad por Quincena</b>	<b>Ago-1a</b>	<b>Ago-2ª</b>	<b>Sept-1a</b>	<b>Sept-2a</b>	<b>Oct-1a</b>	<b>Oct-2a</b>	<b>Nov-1a</b>	<b>Nov.-2a</b>	<b>Dic-1a</b>
1. Introducción al proyecto									
2. Diagnóstico del proyecto									
3. Capacidad del en el almacén Pre-Homogeneizador de caliza mezcla.									
4. Conocer el porcentaje presente de humedad en la caliza.									
5. La granulometría presente en la caliza si tiene afectación en peso volumétrico.									
6. Error del instrumento de medición									
7. Entrega de reporte									

## CAPÍTULO 5 RESULTADOS

### 12. Resultados

Los resultados obtenidos son en base a las actividades plantadas para el cumplimiento de los objetivos específicos y a su vez el general de este análisis. En el siguiente capítulo se muestran la evidencia de las actividades realizadas y los resultados obtenidos.

#### 12.1. Identificación de la capacidad real del almacén

En la tabla siguiente se representan las muestras que se recabaron para el análisis de la identificación de la capacidad real del almacén. La muestra 1, 2 y 3 son correspondientes a datos de levantamientos topográficos históricos correspondientes al período de Enero-Junio del 2021 y corresponden a los doce sectores en que está dividido el almacén.

Por lo tal se entiende que para el sector 1 la muestra 1 arrojó un dato de 2283.859  $m^3$ , para la muestra 2 mismo sector 2290.745  $m^3$  y por último la muestra 3 continuando con el sector 1 corresponde a 2293.89  $m^3$  que el promedio de dichas muestras corresponden a la capacidad del sector 1 el cual equivale a 2289.499  $m^3$ . Esta lógica se aplica a los 12 sectores y obteniendo el promedio de los promedios se establece que un sector tiene la capacidad de 2013.278  $m^3$ .

Tabla 12. Promedio de capacidad por sector en metros cúbicos del almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A de C.V.				
Promedio de capacidad por sector en metros cúbicos del Almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla				
Almacenes de Materias Primas				
Sector	Muestra 1 (m3)	Muestra 2 (m3)	Muestra 3 (m3)	Promedio
1	2283,859	2290,745	2293,89	2289,499
2	2293,859	2289,712	2298,46	2294,009
3	2293,859	2284,703	2291,38	2289,98
4	2293,859	2296,896	2289,4	2293,385
5	2293,859	2283,456	2285	2287,438
6	2293,859	2282,789	2295,68	2290,775
7	2293,859	2293,569	2299,5	2295,641
8	2293,859	2287,268	2297,85	2292,993

9	2283,859	2285,467	2287,99	2285,773
10	2027,932	2008,563	2156,36	2064,285
11	1109,64	1206,897	1237,4	1184,646
12	276,633	301,548	294,547	290,9093
Promedio				2013,278

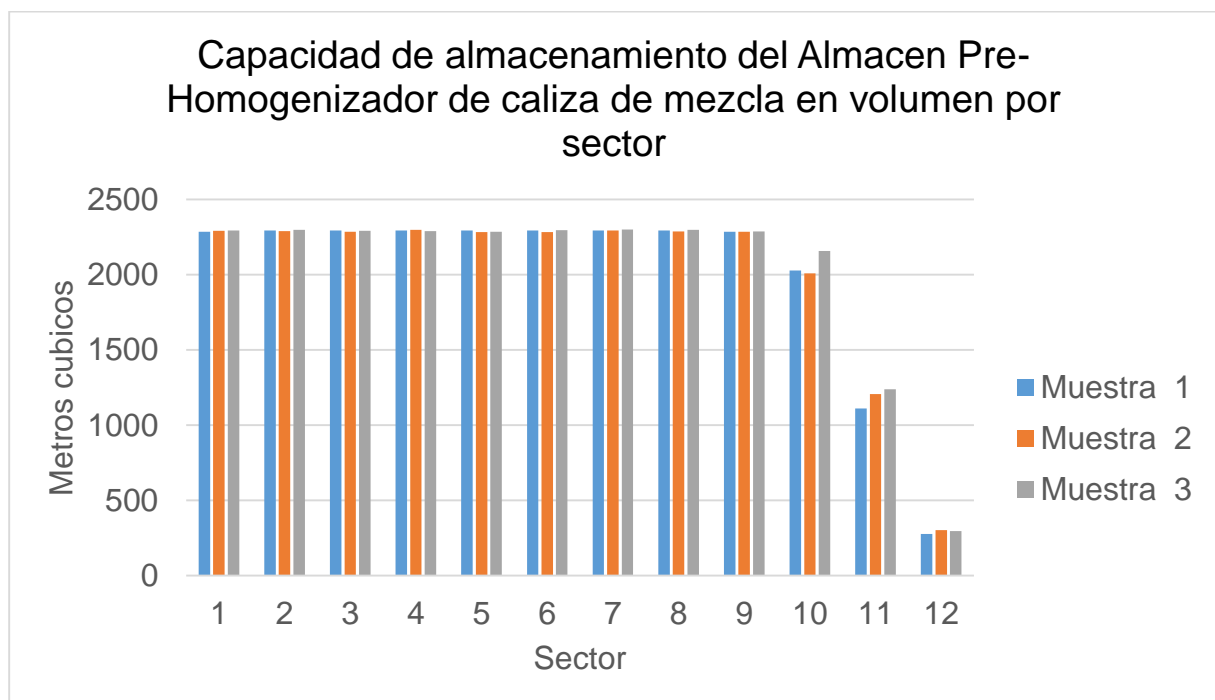
Esta tabla es la sumatoria de los datos de cada muestra que obtenido su promedio se esclarece que el almacén pre-homogeneizador de caliza de mezcla en promedio tiene una cantidad total de 24159.334 m<sup>3</sup>.

Tabla 13. Promedio de capacidad total del almacén Pre-Homogeneizador.

Cementos y Concretos Nacionales S.A de C.V.				
Promedio de capacidad total del Almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla				
Almacenes de Materias Primas				
	Muestra 1 (m3)	Muestra 2 (m3)	Muestra 3 (m3)	Promedio
Total	24038,94	24111,61	24327,5	24159,33

La siguiente gráfica representa el comportamiento de la variación de la capacidad del almacén Pre-homogeneizador de caliza de mezcla.

Gráfica 3. Capacidad de almacenamiento del almacén Pre-Homogeneizador de caliza de mezcla en volumen por sector.



Por lo tal se establece que el almacén pre-homogeneizador de caliza de mezcla tiene una capacidad de  $24159.334 \text{ m}^3$  y cada sector puede alojar en promedio  $2013.278 \text{ m}^3$ .

## 12.2. Granulometría de la caliza de mezcla

Las siguientes tablas corresponden a 6 muestras de granulometría de la caliza de mezcla en las que se especifica el tamaño máximo del tamiz utilizado, peso neto de la muestra, las aperturas de los diferentes tamices utilizados en milímetros y pulgadas, el peso retenido por malla, el porcentaje de material retenido por malla, porcentaje retenido acumulado y por último el porcentaje pasante por malla.

Para la explicación del contenido de la tabla se toma como ejemplo la muestra 1, la cual indica que en un recipiente con un volumen de  $0.0236 \text{ m}^3$  se alojan  $34226.8 \text{ g}$  de caliza de mezcla. Dicho material es pasado por los diferentes tamices los cuales van reteniendo material según su tamaño. Ese material retenido es pesado para conocer el peso que retiene cada malla. Para posteriormente obtener el porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado y por último el porcentaje pasante. En este caso la malla de 4 pulgadas no retiene peso lo que quiere decir que la piedra es menor a 4 pulgadas, mismo caso para la malla de 3 pulgadas. A partir de la malla 2 se retiene un peso de  $6196.7 \text{ g}$  lo que equivale a  $18.105 \%$  de retención de material, por lo tal, el porcentaje pasante para las siguientes mallas es de  $81.895\%$ . Dicho criterio se aplica a cada una de las mallas y a todas las muestras para poder determinar una curva de granulométrica.

Tabla 14. Muestra 1 de granulometría de caliza de mezcla

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.					
Prueba de laboratorio de granulometría por tamizado					
Material húmedo					
Tamaño máximo 4"		Peso neto (g) 34266,8		Volumen 0.0236 m <sup>3</sup>	
Apertura de tamiz		Peso retenido	Porcentaje de retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje pasante
Pulgadas	mm	g	%	%	%
4	100	0	0	0	100,000
3	76,2	0	0	0	100,000
2	50,8	6196,7	18,105	18,104818	81,895
1	25,4	5902,7	17,246	35,350661	64,649
1/2	12,7	6640,5	19,401	54,752124	45,248
Fondo		15486,9	45,248	100	0
Total		34226,8	100		

Tabla 15. Muestra 2 de granulometría de caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.					
Prueba de laboratorio de Granulometría por tamizado					
Peso Húmedo					
Tamaño máximo 4"		Peso neto (g) 34249,3		Volumen 0.0236 m <sup>3</sup>	
Apertura de tamiz		Peso retenido	Porcentaje de retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje pasante
Pulgadas	mm	g	%	%	%
4	100	0	0	0	100,000
3	76,2	0	0	0	100,000
2	50,8	8004,6	23,3715726	23,37157	76,628
1	25,4	4546,1	13,273556	36,64513	63,355
1/2	12,7	7174,1	20,9467055	57,59183	42,408
Fondo		14525	42,408166	100	0
Total		34249	100		



Tabla 16. Muestra 3 de granulometría de caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.					
Prueba de laboratorio de Granulometría por tamizado					
Peso Húmedo					
Tamaño máximo 4"		Peso neto (g) 34284,5		0.0236 m <sup>3</sup>	
Apertura de tamiz		Peso retenido	Porcentaje de retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje pasante
Pulgadas	mm	g	%	%	%
4	100	0	0,000	0,000	100,000
3	76,2	0	0,000	0,000	100,000
2	50,8	4431,2	12,925	12,925	87,075
1	25,4	5860,3	17,093	30,018	69,982
1/2	12,7	11566,8	33,738	63,756	36,244
Fondo		12426,2	36,244	100,000	0,000
Total		34284,5	100		

Tabla 17. Muestra 4 de granulometría de caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.					
Prueba de laboratorio de Granulometría por tamizado					
Peso Húmedo					
Tamaño máximo 4"		Peso neto (g) 34280,1		Volumen 0.0236 m <sup>3</sup>	
Apertura de tamiz		Peso retenido	Porcentaje de retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje pasante
Pulgadas	mm	g	%	%	%
4	100	0	0,000	0,000	100,000
3	76,2	0	0,000	0,000	100,000
2	50,8	5023,7	14,655	14,655	85,345
1	25,4	7637,2	22,279	36,934	63,066
1/2	12,7	6447,4	18,808	55,742	44,258
Fondo		15172	44,258	100,000	0
Total		34280	100,000		

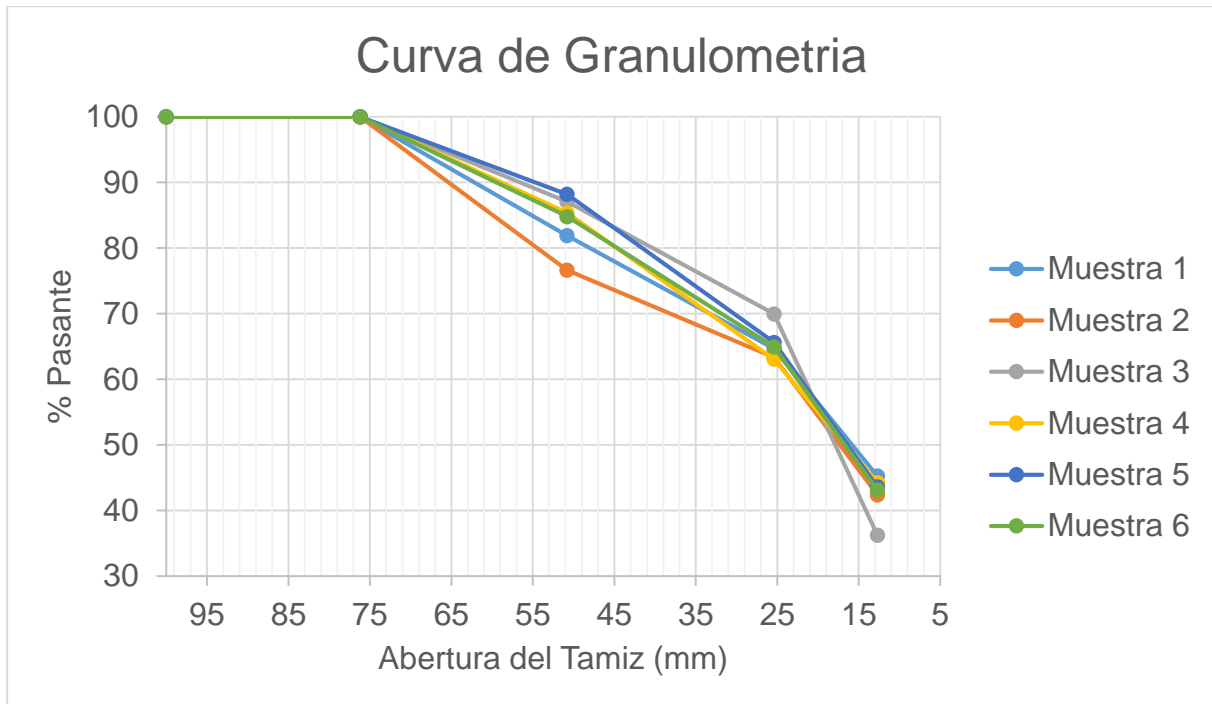
Tabla 18. Muestra 5 de granulometrías de caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.					
Prueba de laboratorio de Granulometría por tamizado					
Peso Húmedo					
Tamaño máximo 4"		Peso neto (g) 34257,9		Volumen 0.0236 m <sup>3</sup>	
Apertura de tamiz		Peso retenido	Porcentaje de retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje pasante
Pulgadas	mm	g	%	%	%
4	100	0	0,000	0,000	100,000
3	76,2	0	0,000	0,000	100,000
2	50,8	4038,3	11,788	11,788	88,212
1	25,4	7738,4	22,589	34,377	65,623
1/2	12,7	7544,1	22,021	56,398	43,602
Fondo		14937	43,602	100,000	0,000
Total		34258	100,000		

Tabla 19. Muestra 6 de granulometría de caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.					
Prueba de laboratorio de Granulometría por tamizado					
Material húmedo					
Tamaño máximo 4"		Peso neto (g) 34262,5		Volumen 0.0236 m <sup>3</sup>	
Apertura de tamiz		Peso retenido	Porcentaje de retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje pasante
Pulgadas	mm	g	%	%	%
4	100	0	0,000	0,000	100,000
3	76,2	0	0,000	0,000	100,000
2	50,8	5201,7	15,182	15,182	84,818
1	25,4	6804,7	19,860	35,042	64,958
1/2	12,7	7483,4	21,841	56,884	43,116
Fondo		14773	43,116	100,000	0,000
Total		34263	100		

Grafica 4. Curva granulométrica de todas las muestras de caliza de mezcla



Según los pruebas de granulometría se observa que la variación del tamaño de la piedra no representa afectación en el peso volumétrico ya que todas las muestras se encuentran dentro del mismo rango de peso que en promedio es 34262.5 g y la titulación de los tamices indican que los diferentes tamaños de la materia se encuentran en los mismos rangos es decir el porcentaje pasante para todas las muestras en tamiz de 4 y 3 pulgadas es del 100 %, para el tamiz de 2 pulgadas el porcentaje pasante esta entre el 76 y 86 %, en el tamiz de 1 pulgada el porcentaje pasante es del 61 al 69 %, continuando con el tamiz de  $1/2$  pulgada el porcentaje pasante es del 36 al 43 %.

### 12.3. Porcentaje de humedad en la caliza de mezcla

Las tablas siguientes representan las muestras tomadas para el análisis de concentración de humedad en la caliza de mezcla.

Se hace la recolección de muestras en diferentes fechas, cada muestreo contiene 5 muestras con diferentes granulometrías es decir diferentes tamaños de la piedra amorfa de caliza de mezcla que van desde material fino hasta mayores de 2 pulgadas y menores de 3.

Cada muestra fue pesada antes de introducirlas al horno por lo que se le considera como peso natural y posteriormente horneada a una temperatura de 120°C por un período de tiempo de 150 minutos para obtener material seco.

El material seco fue pesado nuevamente y se registran los valores para poder hacer el análisis de pérdida de peso por la ausencia de humedad. Se utiliza la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de pérdida de peso por ausencia de humedad.

Formula

$$Hg = \frac{Pa}{Pss} * 100 = \frac{Psh - Pss}{Pss} * 100$$

Donde:

Hg= Humedad gravimétrica

Pa= Perdida del agua

Psh= Peso de suelo húmedo

Pss= Peso de suelo seco

Los resultados quedan implícitos en las siguientes tablas así como el promedio de pérdida de peso por muestreo y un concentrado del promedio de todas las muestras.

Tabla 20. Muestreo 1 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.						
Prueba de laboratorio de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla						
Material húmedo						
Muestra	Peso natural (g)	Peso horneado (g)	Tara (g)	Peso seco	% de peso seco recuperado	% de Humedad
1	2338,5	2706,5	426	2280,5	97,52	2,54
2	1196,8	1534,4	371,8	1162,6	97,14	2,94
3	1041,2	1379,6	369,1	1010,5	97,05	3,04
4	989,7	1335,9	370,3	965,6	97,56	2,50
5	1459,5	1743,2	315,9	1427,3	97,79	2,26
Promedio						2,65

Tabla 21. Muestreo 2 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.						
Prueba de laboratorio de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla						
Material húmedo						
Muestra	Peso natural (g)	Peso horneado (g)	Tara (g)	Peso seco	% de peso seco recuperado	% de Humedad
1	150	508,1	363,1	145	96,67	3,45
2	150	516,8	371,7	145,1	96,73	3,38
3	150	515	369,1	145,9	97,27	2,81
4	150	573,9	426,2	147,7	98,47	1,56
5	150	516,5	371,6	144,9	96,6	3,52
Total						2,94

Tabla 22. Muestreo 3 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.						
Prueba de laboratorio de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla						
Material húmedo						
Muestra	Peso natural (g)	Peso horneado (g)	Tara (g)	Peso seco	% de peso seco recuperado	% de Humedad
1	100,8	382,9	283,8	99,1	98,31	1,72
2	101,2	385,8	285,3	100,5	99,31	0,70
3	444,2	727,7	288,3	439,4	98,92	1,09
4	100,6	404,7	306,7	98	97,42	2,65
5	100,4	385,1	287	98,1	97,71	2,34
Promedio						1,70

Tabla 23. Muestreo 4 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.							
Prueba de laboratorio de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla							
Material húmedo							
Muestra	Peso natural (g)	Peso horneado (g)	Tara (g)	total	% de peso seco recuperado	% de Humedad	
1	671,4	1030,8	365,7	665,1	99,06	0,95	
2	100,3	465,4	366,5	98,9	98,60	1,42	
3	320,4	606,4	289,4	317	98,94	1,07	
4	100,8	413,2	315,4	97,8	97,02	3,07	
5	100,1	469,9	372,9	97	96,90	3,20	
Promedio							1,94

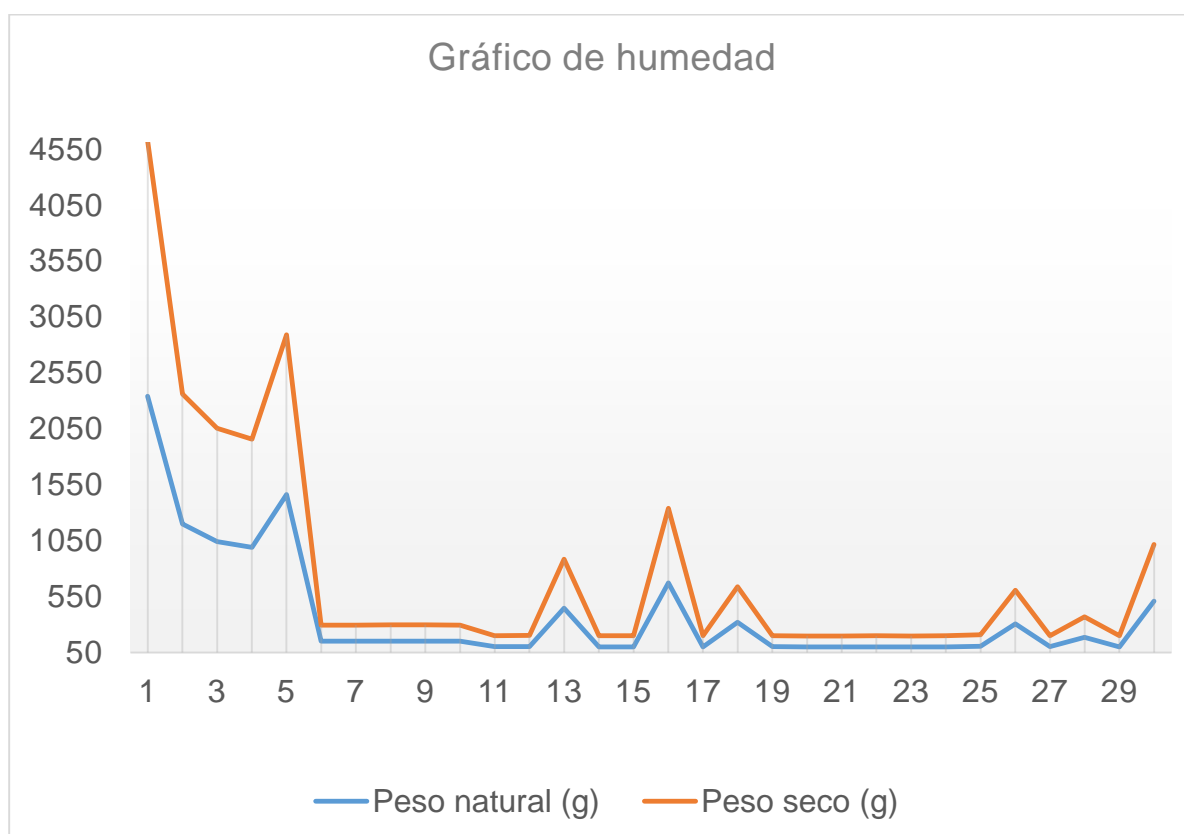
Tabla 24. Muestreo 5 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.							
Prueba de laboratorio de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla							
Material húmedo							
Muestra	Peso natural (g)	Peso horneado (g)	Tara (g)	Peso seco	% de peso seco recuperado	% de Humedad	
1	100	474,7	377,3	97,4	97,4	2,67	
2	100,1	467,2	369,1	98,1	98,0	2,04	
3	100	467,6	370,3	97,3	97,3	2,77	
4	100,1	405	306,8	98,2	98,1	1,93	
5	104,1	389,8	286,3	103,5	99,42	0,58	
Promedio							2,00

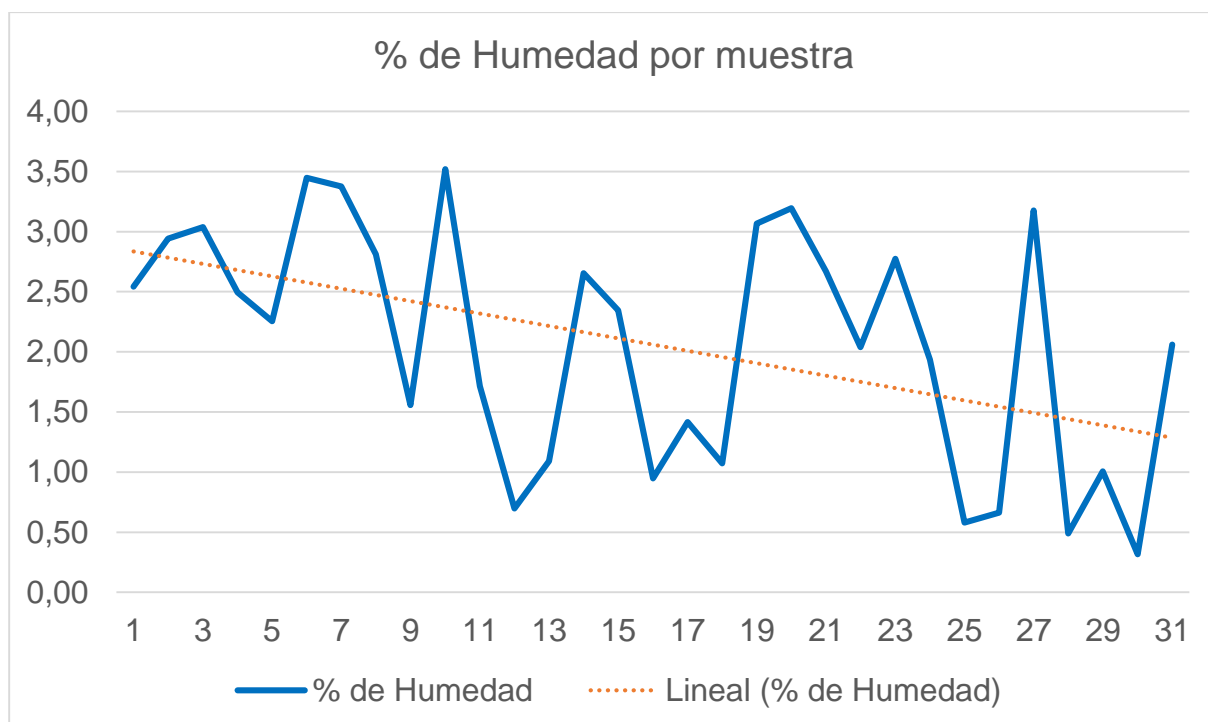
Tabla 25. Muestreo 6 de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.						
Prueba de laboratorio de porcentaje de humedad en la caliza de mezcla						
Material húmedo						
Muestra	Peso natural (g)	Peso horneado (g)	Tara (g)	Peso seco	% de peso seco recuperado	% de Humedad
1	303,8	587,9	286,1	301,8	99,3	0,66
2	100,7	381,3	283,7	97,6	96,92	3,18
3	185,1	470,7	286,5	184,2	99,5	0,49
4	100,5	414,9	315,4	99,5	99,00	1,01
5	508,4	932,9	426,1	506,8	99,7	0,32
Promedio						1,13

Grafica 5. . Representación de la diferencia del peso seco contra peso húmedo por muestra.



Grafica 6. Representación del porcentaje de pérdida de peso por ausencia de humedad en cada una de las muestras.



Al término de este análisis se identifica que el material tiene una merma en su peso por ausencia de humedad que en promedio es el 2.06 %. Valor que tiene que ser reducido del peso volumétrico de la caliza de mezcla.

#### 12.4. Porcentaje de error del instrumento de medición (bascula Hasller)

Las siguientes tablas representa el muestreo de los pesos que arrojaron las básculas Hasller y Mettler para poder detectar el posible porcentaje de error en el instrumento de medición Hasller, ya que es utilizado para elaborar el reporte de producción.

Se toma como patrón la báscula Mettler a razón es calibrada por una empresa externa y emite un certificado que garantiza su medición. Es necesario aclara que la báscula Hasller mide todo el material procesado y por esta causa se elabora el reporte con este instrumento.



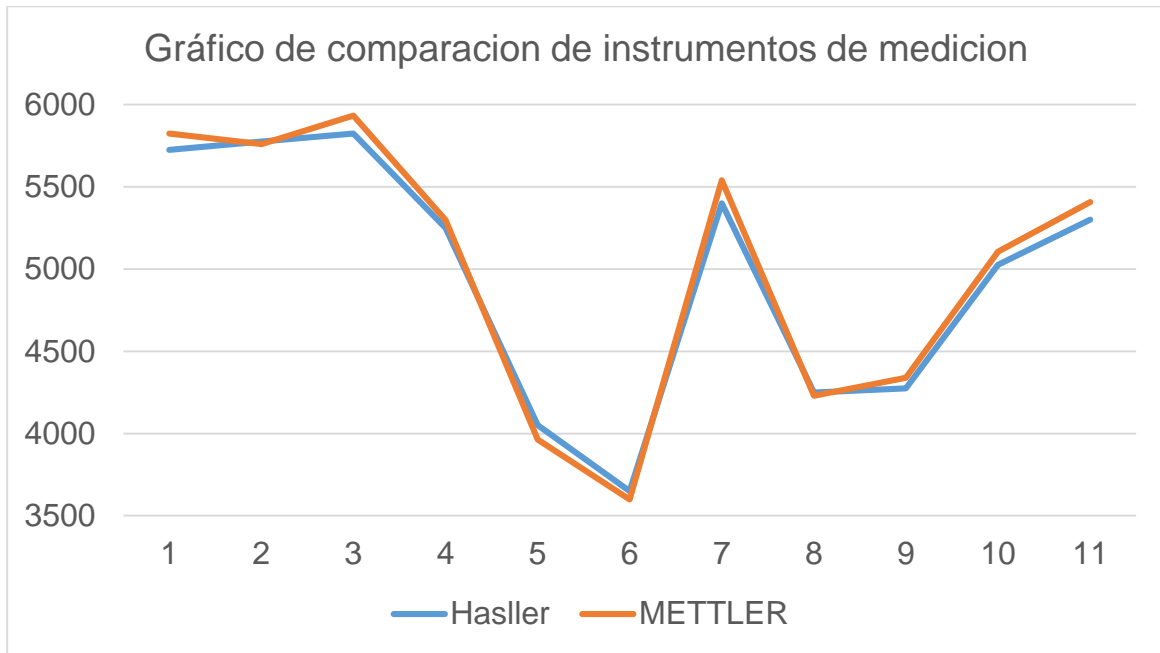
Tabla 26. Pesos de bascula Hasller

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.		
Informe de pesaje de bascula Hasller		
Trituración Primaria		
Muestra	Fecha	Total
1	4 de Agosto	5725
2	11 de Agosto	5775
3	18 de Agosto	4450
4	1 de Septiembre	5250
5	15 de Septiembre	4050
6	22 de Septiembre	3650
7	13 de Octubre	5400
8	21 de Octubre	4250
9	27 de Octubre	4275
10	3 de Noviembre	5025
11	10 de Noviembre	5300

Tabla 27. Pesos de bascula METTIER TOLEDO

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.		
Informe de pesaje de bascula METTIER TOLEDO		
Trituración Primaria		
Muestra	Fecha	Total
1	4 de Agosto	5823,85
2	11 de Agosto	5760,54
3	18 de Agosto	4446,04
4	1 de Septiembre	5299,44
5	15 de Septiembre	3963,62
6	22 de Septiembre	3599,67
7	13 de Octubre	5539,15
8	21 de Octubre	4228,89
9	27 de Octubre	4339,03
10	3 de Noviembre	5105,27
11	10 de Noviembre	5407,77

Grafica 7. Representación de la diferencia de peso de los dos instrumentos



Esta tabla representa el porcentaje de error de la báscula Hasller. Para obtener el porcentaje de error, el cual es obtenido con la siguiente fórmula:

$$e = \frac{ha - Pa}{Pa} * 100$$

$$E = ha - Pa / Pa * 100$$

Donde

E= error

Ha=Hasller

Pa=patron

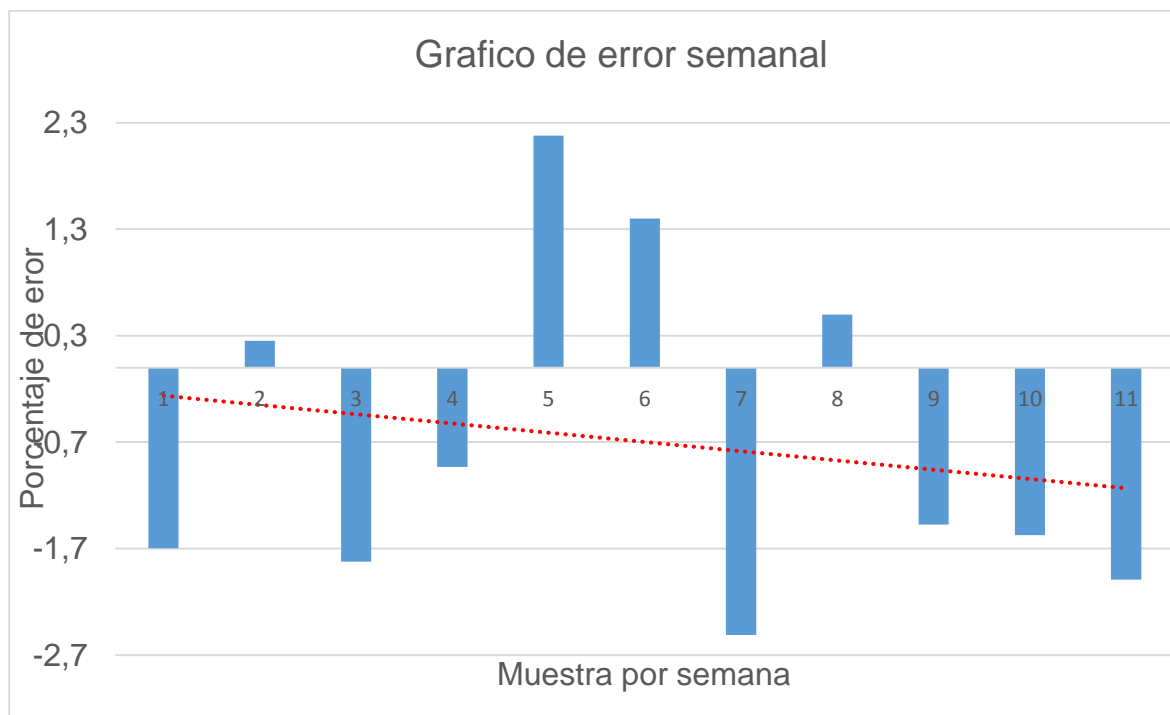
Tabla 28. Calculo de porcentaje de error de los instrumentos de medición.

Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V.				
Calculo de porcentaje de error de los instrumentos de medición				
Muestra	Fecha	Hasller	METTLER	% de error
1	4 de Agosto	5725	5823,85	-1,69733
2	11 de Agosto	5775	5760,54	0,251018
3	18 de Agosto	5825	5933,19	-1,82347
4	1 de Septiembre	5250	5299,44	-0,93293
5	15 de Septiembre	4050	3963,62	2,179321
6	22 de Septiembre	3650	3599,67	1,398184
7	13 de Octubre	5400	5539,15	-2,51212
8	21 de Octubre	4250	4228,89	0,499185
9	27 de Octubre	4275	4339,03	-1,47568

10	3 de Noviembre	5025	5105,27	-1,5723
11	10 de Noviembre	5300	5407,77	-1,99287
Promedio				-0,69809

Del resultado obtenido se puede esclarecer que la báscula Hasller tiene un porcentaje de error del -0.69 % con respecto al patrón por este variable tiene participación en las mediciones gravimétricas y por ende en el peso de la caliza de mezcla.

Grafica 8. . Representación del porcentaje de error por semana



## CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

### **13. Conclusiones del Proyecto**

A manera general se clarifica que el peso volumétrico de la caliza de tiene factores volumétricos y gravimétricos que determinan su valor, dichos fueron analizados en este proyecto y se clarifica el grado de participación de cada uno, por lo tal, los resultados pueden ser utilizados por el área de control de la producción de Cementos y Concretos Nacionales S.A. de C.V. Para agregarlos en sus métodos de control de inventario y de esta forma minimizar las diferencias de sus inventarios que hasta el momento representan una barrera para la programación de sus planes de producción.

En la realización de este análisis se puede obtener varias conclusiones ya que cada objetivo específico planteado es un factor de interés, que sumados estos se pueden complementar el objetivo general del proyecto. Por lo tanto considero necesario concluir por cada uno de los objetivos específicos.

Para la granulometría de la caliza de mezcla se puede apreciar en los resultados que no representa significancia en el peso volumétrico ya que la titulación del tamaño de la piedra tiene un comportamiento estable, por lo tal, este factor no necesita atención al corto plazo.

Por otra parte el porcentaje de humedad presente en la caliza de mezcla al término de este análisis se obtiene una participación del 2.06%, mismo valor que debe ser considerado como merma del peso en el control de inventario del almacén Pre-homogeneizador de caliza de mezcla. Cabe señalar que considero que dicha merma no es constante ya que la caliza de mezcla tiene propiedades o la facilidad de absorber húmeda y existen factores que no son controlables como condiciones climatológicas, temporadas o épocas del año con diferentes precipitaciones, las cuales pueden ser determinantes para que el valor de porcentaje de humedad varíe.

Capacidad del almacén Pre-homogeneizador de caliza de mezcla

Después de analizar los diferentes niveles o valores con los que se llena el almacén de caliza de mezcla se obtiene que su capacidad es de 24327.453 m<sup>3</sup> que aplicando

el valor se conversión a peso (1.91 t/m<sup>3</sup>) se obtiene 46,465.43 t redondeando a 46500 t y actualmente la empresa utiliza el valor de 35000 t en su tabla de conversión, por lo tal, si es recomendable hacer los ajustes necesarios en tabla de conversión para manejar el control de inventario de una manera más eficiente.

Instrumentos de medición.

Al obtener el porcentaje de error de la báscula Hasller se obtiene un valor de – 0.69 % lo que puede considerarse como insignificante ya que la empresa dentro de sus operaciones a los instrumentos que se utilizan para los procesos están sujetos a un programa de verificación y calibración donde se permiten errores de tolerancia de  $\pm 3$  % por lo tal se puede considerar que esta dentro de los valores aceptables de trabajo. Esto no quiere decir que el error es nulo queda al criterio del área de planificación y control de la producción la utilización de este factor.

## CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

### **14. Competencias desarrollados y/o aplicadas**

Con la realización de este proyecto aplique métodos aleatorios para la recolección de datos cuantitativos, para obtener muestras de diferentes factores que determinan la variabilidad de la granulometría y la gravimetría de la caliza de mezcla.

Con la aplicación de la estadística descriptiva pude comprender y demostrar el comportamiento de las variables analizadas y de esta forma dispersar la incertidumbre sobre la afectación de las variables.

1. Aplique métodos aleatorios para la recolección de datos cuantitativos.
2. Utilice tecnologías de la información y comunicación para simplificar los datos y presentarlos de una manera ordenada, simple e entendible.
3. Interprete la información para detectar la causa de raíz de las diferentes variaciones que presenta de la materia prima.
4. Aplique métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de los datos.
5. Organice equipos de trabajo que facilitaron la organización de la información.
6. Aplique métodos, técnicas y herramientas para el análisis de los datos las cuales facilitaron el cumplimiento de los objetivos.
7. Identifique las variables que determinan variaciones en la materia prima.
8. Aplique habilidades de ingeniería para la interpretación de los reportes de producción las cuales facilitaron el análisis y comprensión.
9. Gestione la aplicación de las buenas prácticas apegadas al marco ético en el cumplimiento de las actividades diarias para el llenado de los formatos de producción.
10. Implemente una tabla de conversión para el peso volumétrico del material, la cual integra el porcentaje de merma proveniente de las diferentes variables.
11. Desarrolle ideas que ayudan a facilitar la toma de decisiones en el cumplimiento de los programas de producción.

## CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

### **15. Fuentes de información**

Altamirano J. & Martínez M. (Noviembre 2017). COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL CONCRETO REFORZADO CON ADICIONES DE FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR. Tesis de grado. Universidad Centroamericana.

Campo Varela, A. (2013). Técnicas de almacén. Madrid, Spain: McGraw-Hill España. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/uaa/50247?page=28,32>.

Carrillo I. (febrero 2018). “Evolución de la administración y la teoría administrativa”. Tesis de grado. Instituto Tecnológico de Orizaba.

Chase B., Jacobs F. & Aquilano J. (2009). ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. McGraw-Hill

Guerrero C. (Mayo-agosto 2021). Rocas calizas: Formación, ciclo del carbonato, propiedades, aplicaciones, distribución y perspectivas en la Mixteca Oaxaqueña. *Ciencia y Tecnología*, vol. 5, pp. 3-14.

Krajewski J.(2008). *Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor*. South Carolina: PEARSON EDUCACIÓN.

Navarro Huerga, M. y Fernández Otero, M. (2014). Sistemas de Gestión Integrada para las Empresas (ERP). Alcalá de Henares, Spain: Servicio de Publicaciones. Universidad de Alcalá.

Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/uaa/42932?page=12,15>.

Velásquez G. (2015). PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN LA COMERCIALIZADORA Y REPARADORA DE CALZADO CIA. LTDA. Tesis de grado. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

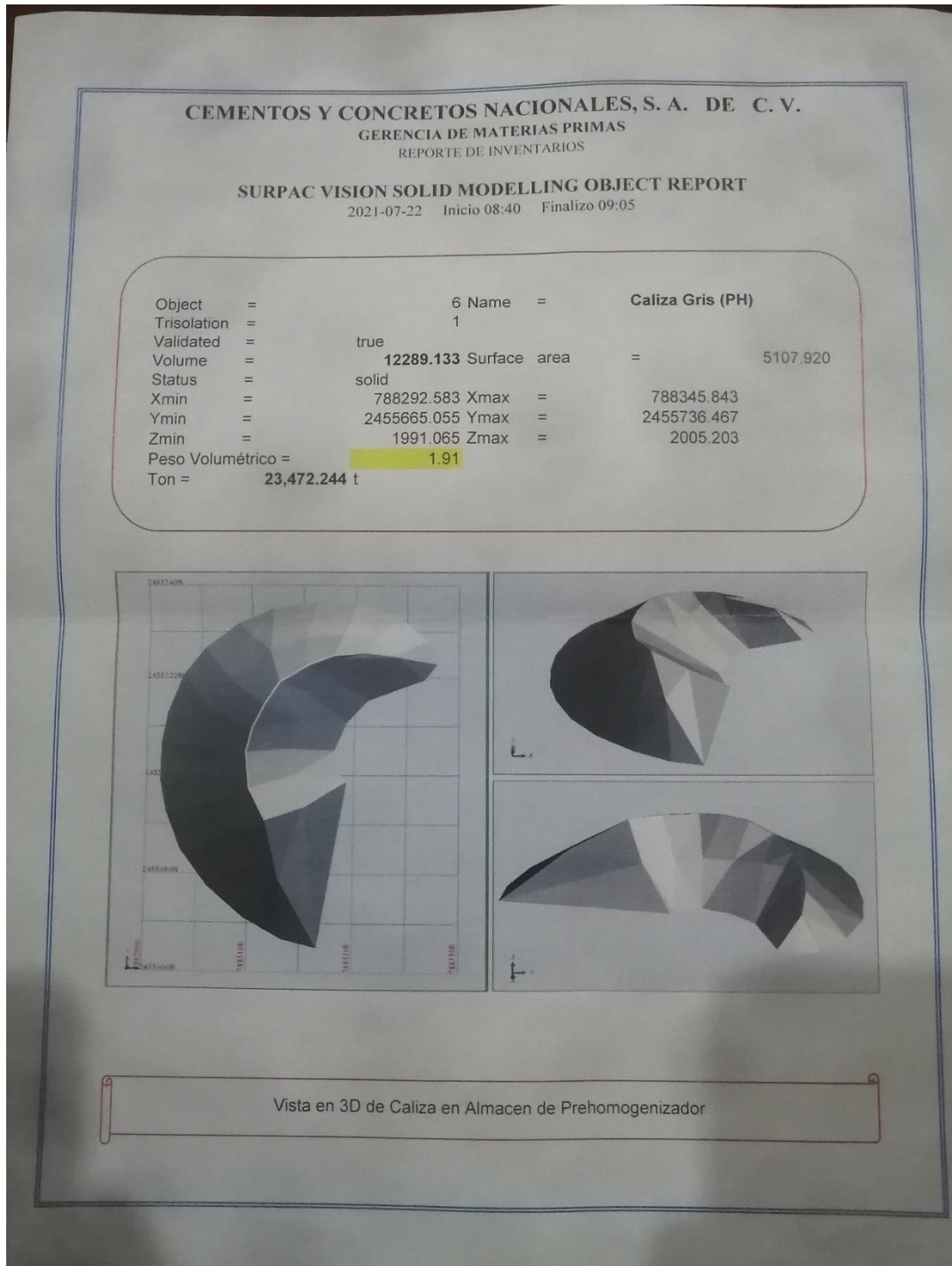
Zaratiegui J. (1999). La gestión por procesos: Su papel e importancia en la empresa. *Economía Industrial*, vol. VI, No. 330. Pp. 81-90.



## CAPÍTULO 9 ANEXOS

Anexo 1. Tabla de conversión de m<sup>3</sup> a toneladas

Angulo	Tons. Exis.	Sector	Tons Fallan	Angulo	Tons. Exis.	Sector	Tons Fallan
339 000	34973 000	0 700	-27 000	162 000	14323 000	6 600	-20677 000
336 000	34623 000	0 800	-377 000	159 000	13973 000	6 700	-21027 000
333 000	34273 000	0 900	-727 000	156 000	13623 000	6 800	-21377 000
330 000	33923 000	1 000	-1077 000	153 000	13273 000	6 900	-21727 000
327 000	33573 000	1 100	-1427 000	150 000	12923 000	7 000	-22077 000
324 000	33223 000	1 200	-1777 000	147 000	12573 000	7 100	-22427 000
321 000	32873 000	1 300	-2127 000	144 000	12223 000	7 200	-22777 000
318 000	32523 000	1 400	-2477 000	141 000	11873 000	7 300	-23127 000
315 000	32173 000	1 500	-2827 000	138 000	11523 000	7 400	-23477 000
312 000	31823 000	1 600	-3177 000	135 000	11173 000	7 500	-23827 000
309 000	31473 000	1 700	-3527 000	132 000	10823 000	7 600	-24177 000
306 000	31123 000	1 800	-3877 000	129 000	10473 000	7 700	-24527 000
303 000	30773 000	1 900	-4227 000	126 000	10123 000	7 800	-24877 000
300 000	30423 000	2 000	-4577 000	123 000	9773 000	7 900	-25227 000
297 000	30073 000	2 100	-4927 000	120 000	9423 000	8 000	-25577 000
294 000	29723 000	2 200	-5277 000	117 000	9073 000	8 100	-25927 000
291 000	29373 000	2 300	-5627 000	114 000	8723 000	8 200	-26277 000
288 000	29023 000	2 400	-5977 000	111 000	8373 000	8 300	-26627 000
285 000	28673 000	2 500	-6327 000	108 000	8023 000	8 400	-26977 000
282 000	28323 000	2 600	-6677 000	105 000	7673 000	8 500	-27327 000
279 000	27973 000	2 700	-7027 000	102 000	7323 000	8 600	-27677 000
276 000	27623 000	2 800	-7377 000	99 000	6973 000	8 700	-28027 000
273 000	27273 000	2 900	-7727 000	96 000	6623 000	8 800	-28377 000
270 000	26923 000	3 000	-8077 000	93 000	6273 000	8 900	-28727 000
267 000	26573 000	3 100	-8427 000	90 000	5923 000	9 000	-29077 000
264 000	26223 000	3 200	-8777 000	87 000	5573 000	9 100	-29427 000
261 000	25873 000	3 300	-9127 000	84 000	5223 000	9 200	-29777 000
258 000	25523 000	3 400	-9477 000				
255 000	25173 000	3 500	-9827 000				
252 000	24823 000	3 600	-10177 000				
249 000	24473 000	3 700	-10527 000				
246 000	24123 000	3 800	-10877 000				
243 000	23773 000	3 900	-11227 000				
240 000	23423 000	4 000	-11577 000				
237 000	23073 000	4 100	-11927 000				
234 000	22723 000	4 200	-12277 000				
231 000	22373 000	4 300	-12627 000				
228 000	22023 000	4 400	-12977 000				
225 000	21673 000	4 500	-13327 000				
222 000	21323 000	4 600	-13677 000				
219 000	20973 000	4 700	-14027 000				
216 000	20623 000	4 800	-14377 000				
213 000	20273 000	4 900	-14727 000				
210 000	19923 000	5 000	-15077 000				
207 000	19573 000	5 100	-15427 000				
204 000	19223 000	5 200	-15777 000				
201 000	18873 000	5 300	-16127 000				
198 000	18523 000	5 400	-16477 000				
195 000	18173 000	5 500	-16827 000				
192 000	17823 000	5 600	-17177 000				
189 000	17473 000	5 700	-17527 000				
186 000	17123 000	5 800	-17877 000				
183 000	16773 000	5 900	-18227 000				
180 000	16423 000	6 000	-18577 000				
177 000	16073 000	6 100	-18927 000				
174 000	15723 000	6 200	-19277 000				
171 000	15373 000	6 300	-19627 000				
168 000	15023 000	6 400	-19977 000				



**CEMENTOS Y CONCRETOS NACIONALES, S. A. DE C. V.**  
**GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS**  
**REPORTE DE INVENTARIOS**

**SURPAC VISION SOLID MODELLING OBJECT REPORT**

2021-02-03 Inicio 08:30 Finalizo 09:20

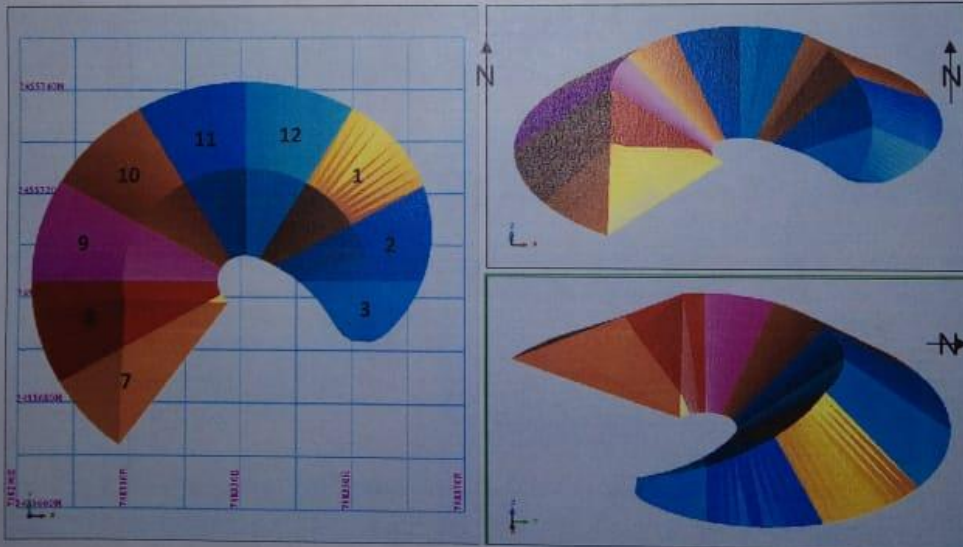
**Caliza**

Object:	1	Surface área:	4,560.368	Volume :	2,127.932
Object:	2	Surface área:	2,624.859	Volume :	1,109.640
Object:	3	Surface área:	835.675	Volume :	276.633
Object:	7	Surface área:	2,169.299	Volume :	896.356
Object:	8	Surface área:	5,031.260	Volume :	2,364.658
Object:	9	Surface área:	5,394.791	Volume :	2,583.859
Object:	10	Surface área:	5,394.791	Volume :	2,583.859
Object:	11	Surface área:	5,394.791	Volume :	2,583.859
Object:	12	Surface área:	5,394.475	Volume :	2,583.704
					<b>17,110.500</b>

Peso Volumétrico = 1.91

Ton = **32,681.055** t Pata = 1991 Cresta = 2004.5

**Nota:** Volumen Obtenido Homogenizando Radios Interiores y Exteriores de Pata Cresta así como la Altura de sectores Llenos "13.5 m"



Vista en 3D de Caliza en Almacén de Prehomogenizador

Anexo 4. Pruebas de granulometría.



Anexo 5. Resultados de granulometría para caliza de mezcla.



*Anexo 6. Material con diferente granulometría para prueba de humedad.*



*Anexo 7. Bascula Mettler TOLEDO.*



Anexo 8. Bascula Hasler

