



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCION**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERACIVIL

AUTOR:

MEJÍA JIJÓNEVELYN VALERIA

PACHACAMA CAZAEVELYN LISSETTE

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD
BASADO EN LA NORMA ISO 9001-2008 PARA UNA
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN”**

DIRECTOR: ING. ROJAS FRANCO

CODIRECTOR: ING. REA VERONICA

SANGOLQUÍ, Mayo de 2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por las Srtas. EVELYN VALERIA MEJÍA JIJÓN y EVELYN LISSETTE PACHACAMA CAZA como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

Sangolquí, Mayo de 2014

.....
Ing. Franco Rojas

Director de Tesis

.....
Ing. Verónica Rea

Codirector de Tesis

REVISADO POR

Dr. Pablo Caiza

Director de la Carrera de Ingeniería Civil

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD BASADO EN LA NORMA ISO 9001-2008 PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Mayo de 2014

Evelyn Valeria Mejía Jijón

Evelyn Lissette Pachacama Caza

AUTORIZACIÓN

Nosotras, Evelyn Valeria Mejía Jijón y Evelyn Lissette Pachacama Caza, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE la publicación en la biblioteca virtual de la institución el proyecto titulado:“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD BASADO EN LA NORMA ISO 9001-2008 PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría

Sangolquí, Mayo de 2014

Evelyn Valeria Mejía Jijón

Evelyn Lissette Pachacama Caza

DEDICATORIA

Primero quiero dedicar este sueño cumplido DIOS Y LA DOLOROSA por brindarme la fuerza necesaria día a día para llegar a este momento, por iluminar cada segundo de mi vida.

A mis padres PATRICIO Y EMMA por ser el pilar fundamental en vida por iluminarme con sus enseñanzas y llenar cada segundo de mi vida de amor, gracias por su paciencia y apoyo.

A mis hermanos SANDRA, NELSON, ROLAND Y BRYAN ahora sé que tal vez nada fue fácil hubieron muchas piedras en el camino pero sin su apoyo no lo hubiera logrado. Lo que soy ahora se los debo a Uds.

A mis SOBRINOS y SOBRINAS por ser esa inspiración para superarme y para luchar por mis sueños. A MOHAMED, GINA Y JAZMIN por el apoyo incondicional, por ser cómplices de mis locuras, por saber decir la palabra correcta cuando más la necesito.

A mis ABUELITOS que desde el cielo me llenan de sus bendiciones, tal vez no me dieron tiempo para cumplir la misión pero sé que me cuidan y están muy felices, mis tías, tíos primos y primas gracias por el apoyo incondicional, por el cariño.

Evelyn Valeria Mejía Jijón

DEDICATORIA

“El éxito no se logra con la suerte, es el resultado de un esfuerzo constante”.

A mi mama, constructora y realizadora de sueños.

A mi papa ejemplo e ídolo a seguir.

A mis hermanos que me aman sin condiciones

A mis abuelitos por ser mis segundos padres

A todos ellos les dedico no solo mi trabajo si no también mis triunfos y
victorias

Con todo mi amor y admiración

Evelyn Lissette Pachacama Caza

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a DIOS por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a todas las personas que me han enseñado a luchar por mis sueños.

A mis padres, mis hermanos, mi cuñado, mis cuñadas y mis sobrinos por ser el pilar fundamental en mi vida, el apoyo para luchar siempre por mis sueños, y el amor incondicional para superar todas las piedras que se presentan en el camino.

A mis abuelos y mis abuelas por darme siempre su bendición y su cariño que me lleno de fuerzas para llegar a este momento.

A mis tíos, tías, primos y primas por el cariño y su apoyo incondicional estuvieron siempre en esta etapa muy importante en mi vida.

A Evelyn por todas las locuras que vivimos en este tiempo, por todo el apoyo y por toda la amistad.

A mi director de tesis Ing. Franco Rojas y mi codirector Ing. Verónica Rea. Por la paciencia y sus consejos para poder concluir este plan de tesis.

Evelyn Valeria Mejía Jijón

AGRADECIMIENTO

A Dios

Por haberme ayudado durante estos años, el sacrificio fue grande pero tú siempre me diste la fuerza necesaria para continuar y lograrlo, este triunfo también es tuyo mi Dios”

A mi Madre

Sabiendo que no existiría una forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo, quiero que sienta que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo. ¡Gracias! he cumplido, inicio el camino, de ahora en adelante la responsabilidad es mía.

A mi padre

Por aportar a mis enseñanzas y educación, sé que es la mejor herencia que me ha dejado. Por los ejemplos de perseverancia sacrificio y arduo trabajo por ser ahora y siempre mi inspiración.

A mis hermanos

Kelly y Mathías por contagiarme valentía en los momentos difíciles y por el tiempo que me regalan cada vez que me escuchan.

A mis abuelitos

Gustavo y Chelita por su apoyo y amor incondicional hacia su primera nieta, por inculcarme valores que día a día los he puesto en práctica.

A mis Tíos y primos

A quienes vivo eternamente agradecida por la confianza y el amor que me han brindado. Especialmente a Bolívar, Elena, Benjamín, Jenny, Betty, María Elena Velásquez, porque a pesar de los obstáculos que se me han presentado siempre estarán ahí, porque sin su fe hacia mí no hubiera logrado este paso tan importante en mi vida.

A mis amigos

Carolina N., Estefanía M., Freddy C, Valeria M. porque me han enseñado lo más valioso de este mundo la amistad gracias por todas las vivencias juntos, son pocos pero los que realmente estuvieron conmigo en cada paso que he dado.

A todas las personas que saben que son importantes para mí pero tal vez olvide mencionar gracias por la aportación que han tenido en mi vida

Evelyn Lisette Pachacama Caza

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I:INTRODUCCIÓN	8
1.1. Sistema de gestión de la calidad	9
1.2. Metodología PHVA (Deming)	15
1.3. La Cadena de Valor (Porter).....	25
1.4. Gestión por Procesos.....	40
1.4.1. Gestión por Procesos	40
1.4.2. Mapas de procesos.....	55
1.4.3. Elementos de un proceso	60
1.4.4. Caracterización de procesos.....	61
1.4.5. Diagrama de procesos	63
1.5. Indicadores de gestión.....	68
CAPÍTULO II:NORMA ISO 9001-2008	72
2.2. Reseña de la norma.....	75
2.3. Conceptos Generales	76
2.4. Sistema de Gestión de Calidad.....	77
2.5. Normas ISO complementarias	80
2.6. Términos desconocidos.....	86
CAPITULO III: MATERIALES.....	88
3.1. Áridos	88
3.2. Caracterización	88
3.3. Formas de Extracción.....	90
3.4. Cemento.....	102
3.5. Fabricación	104
3.5.1. Acopio de Crudo Para elaborar Cemento	104

3.5.2. Clinkerización.....	109
3.5.3. Enfriamiento del Clinker	110
3.5.4. Almacenamiento del Clinker.....	112
3.5.5. Almacenamiento del Cemento antes de despacho	114
3.5.6. Envasado y Despacho.....	116
3.5.7. Control de calidad del Cemento.....	118
3.6. Hormigón	132
3.6.1. Conceptos Generales	133
3.6.2. Características del Hormigón	142
3.6.3. Control del hormigón fresco	148

CAPÍTULO IV: DESARROLLAR EL SISTEMA DE GESTIÓN

DE LA CALIDAD EN LA EMPRESA 184

4.1. Estado actual de la Empresa.....	184
4.1.1. Historia.....	184
4.1.2. Misión y Visión	184
4.2. Sistema de calidad	185
4.3. Organización para la calidad	186
4.3.1. Control de calidad	186
4.3.2. Registro de datos	187
4.3.3. Especificaciones.....	189
4.3.4. Calidad y ganancia	189
4.3.5. El equipo de construcción.....	190
4.4. Aspectos administrativos del Sistema de Calidad actual.....	192
4.4.1. Responsabilidades del propietario	192
4.4.2. Características del sistema de calidad	193
4.5. Propuesta del Sistema de Gestión de Calidad	195

4.5.1. Manual de Calidad para una planta hormigonera.....	196
4.5.2. Referencias normativas.....	198
4.5.3. Términos y definiciones.....	199
4.5.4. Sistema de Gestión de la Calidad	202
4.5.5. Aseguramiento de la Calidad	203
4.5.6. Requisitos de la documentación.....	204
4.5.7. Manual de Calidad	205
4.5.8. Control de documentos	205
4.5.9. Control de los Registros de Calidad.....	206
4.5.10. Responsabilidades de la Dirección	207
4.5.11. Procedimiento de planificación y programación de los procesos de producción.....	227
4.5.12. Procedimiento de protocolo.....	230
4.5.13. Procedimiento de precolocado	232
4.5.14. Procedimiento de inspección de obra.....	239
4.5.15. Procedimiento de diseño de mezclas	247
4.5.16. Procedimiento de dosificación y mezclado	252
4.5.17. Procedimiento de instrucciones de despacho.....	256
4.5.18. Procedimiento instrucciones de transporte.....	260
4.5.19. Procedimiento de premezclado	264
4.5.20. Procedimiento colocación y vaciado	267
4.5.21. Procedimiento instrucciones de consolidación.....	273
4.5.22. Procedimiento instrucciones de terminado	278
4.5.23. Procedimiento instrucciones de curado	282
4.5.24. Procedimiento de ensayos de control.....	284
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....	291
5.1. Conclusiones.....	291

5.2. Recomendaciones..... 293

BIBLIOGRAFÍA 295

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Tamizado para agregado grueso	93
Tabla 2: Tolerancias permisibles para determinar resistencia	123
Tabla 3: Tabla para seleccionar el # de sacos de cemento	131
Tabla 4: Resistencia a la compresión Norma ASTM C617	175
Tabla 5: Datos generales de una hormigonera	192
Tabla 6: Sistemas de calidad por fase del proyecto.....	193
Tabla 7: Información general de la planta hormigonera	197
Tabla 8: Términos y definiciones para el plan de calidad	200
Tabla 9: Responsabilidades de la Dirección	207
Tabla 10: Política de Calidad	209
Tabla 11: Política de Calidad propuesta	210
Tabla 12: Lista de control sesión de hormigón	236
Tabla 13: Lista de control sesión prehormigonado A	237
Tabla 14: Lista de control sesión prehormigonado B	238
Tabla 15: Inspección de obra.....	246
Tabla 16: Control de diseño de mezclas	251
Tabla 17: Orden de despacho.....	259
Tabla 18: Métodos y equipos para el transporte de hormigón	262
Tabla 19: Métodos y equipos para el transporte de hormigón	263
Tabla 20: Inspección de obra.....	273

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Pasos para la planificación de la calidad	13
Figura 2: Familia de Normas ISO 9000.....	15
Figura 3: Ciclo PDCA.....	18
Figura 4: Modelo de mejoramiento continuo PHVA	21
Figura 5: Relación de PHVA con la Norma ISO.....	24
Figura 6: Dr. Michael E. Porter.....	25
Figura 7: Cadena de valor	27
Figura 8. Fuerzas de la competencia industrial	38
Figura 9. Gestión de procesos	40
Figura 10: Elementos de un procesos	46
Figura 11: Proceso de mejora continua	48
Figura 12: Gestión de la organización	49
Figura 13: Procesos de la organización.....	57
Figura 14: Estructura de procesos en una empresa	59
Figura 15: Caracterización de procesos	62
Figura 16: Flujograma de un proceso	63
Figura 17: Símbolos del flujograma	64
Figura 18: Elementos del flujograma	65
Figura 19: Diagrama de flujo.....	67
Figura 20: Procesos Normas ISO	72
Figura 21: Principios básicos de la Norma ISO 9001:2008.....	73
Figura 22: Fases del proceso de certificado	73

Figura 23: Principio de gestión de calidad	74
Figura 24. Sistema de gestión de calidad	78
Figura 25: Gestión de calidad	79
Figura 26: Introducción Norma ISO 9000:2005	81
Figura 27. Objetivo Norma ISO 9000:2005.....	82
Figura 28: Fundamento de la Norma ISO 9000:2005	83
Figura 29: Norma ISO 9004:2009.....	84
Figura 30: Introducción Norma ISO 19011:2002.....	85
Figura 31: Equipo para clasificación de agregados gruesos.....	94
Figura 32: Masas mínimas de las muestras para ensayos	99
Figura 33: Orden cronológico del cemento	103
Figura 34: Silos verticales para cemento	104
Figura 35: Trituradora para cemento	105
Figura 36: Proceso de fabricación del cemento	106
Figura 37: Silos de almacenamiento del clinker.....	113
Figura 38: Silos para cemento	116
Figura 39: Proceso de almacenamiento y despacho del cemento.....	118
Figura 40: Propiedades de los aditivos	141
Figura 41: Descripción de la Norma ASTM: C31	149
Figura 42: Importancia y uso de a Norma ASTM C31	149
Figura 43: Equipos para la norma ASTM C31	150
Figura 44: Introducción para la norma ASTM C138.....	152
Figura 45: Equipos para la Norma ASTM C138.....	153
Figura 46: Introducción para la norma ASTM C143.....	157

Figura 47: Equipo para la norma ASTM C143	157
Figura 48: Ensayo de asentamiento	159
Figura 49: Introducción para la norma ASTM C173.....	160
Figura 50 Equipo para la norma ASTM C173	161
Figura 51: Introducción a la Norma ASTM C1064	164
Figura 52: Equipo para la Norma ASTM C1064.....	164
Figura 53 Calibración para el equipo de la Norma ASTM C1064	165
Figura 54: Introducción para la Norma ASTM C172	166
Figura 55: Equipo para la Norma ASTM C172.....	166
Figura 56: Introducción para la Norma ASTM C231	170
Figura 57: Ensayo de presión	173
Figura 58: Introducción para la Norma ASTM C617	174
Figura 59: Equipo para a Norma ASTM C617	174
Figura 60: Resistencia a la compresión para la Norma ASTM C1231	180
Figura 61: Materiales y aparatos para la Norma ASTM C1231	181
Figura 62: Esquema de mapeo de procesos	195
Figura 63. Trazado de procedimientos	223
Figura 64: Diagrama de trazabilidad	224
Figura 65: Diagrama de trabajabilidad.....	225
Figura 66: Diagrama de trabajabilidad B.....	226
Figura 67: Mezclado en planta y entrega con camión mezclador	258
Figura 68: Uso de regla vibratoria.....	276

RESUMEN

Uno de los principales materiales para construir, es el hormigón. En la actualidad su elaboración está dejando en el pasado la preparación manual para ser ahora elaborado en Plantas Pre mezcladoras. A través de un hormigón premezclado, el constructor y el cliente final aceleran los procesos como los tiempos de construcción, así aseguran que el hormigón cumpla con especificaciones de diseño requeridas. Los elementos que conforman la mezcla de hormigón son parte de un proceso que concluye cuando el producto final se encuentra colocado en sitio y cumple con requerimientos y expectativas del cliente. Estos requerimientos y expectativas del cliente pueden ser cumplidos, he incluso excedidos solamente si el productor de hormigón conoce los elementos necesarios para obtener un producto de calidad, además de que cada proceso se encuentre bajo un Sistema controlado de Aseguramiento de Calidad. El presente inicia estableciendo un Marco Teórico en donde se da a conocer detalladamente los sistemas de calidad así como también componentes involucrados dentro de la mezcla de Hormigón.

PALABRAS CLAVES:

- ✓ Calidad
- ✓ ISO
- ✓ Planificación
- ✓ Hormigón
- ✓ Cliente

ABSTRACT

One of the main materials to construct is concrete. Today its production is leaving in the past for the manual preparation plants now produced in Pre mixers. Through a concrete mix, the builder and the end customer processes and accelerate construction times and ensure that the concrete meets required design specifications. The elements that make up the concrete mixture are part of a process that ends when the final product is placed on site and meets customer requirements and expectations. These requirements and customer expectations can be met, have even exceeded only if the concrete producer knows the elements necessary for a quality product, plus each process is under a controlled Quality Assurance System. This starts by establishing a theoretical framework in which is disclosed in detail the quality systems as well as components involved in the concrete mixture.

KEY WORDS:

- ✓ Quality
- ✓ ISO
- ✓ Planning
- ✓ Concrete
- ✓ Customer

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD BASADO EN LA NORMA ISO 9001-2008 PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN”

Con la implementación de Sistemas de Calidad basados en la Norma ISO 9001 versión 2008 las empresas dan un paso adelante en el desarrollo de Sistemas Administrativos basados en la Gestión, lo cual redundará a mediano y largo plazo en su supervivencia y crecimiento.

En el presente trabajo las empresas hormigoneras conscientes de esa necesidad se han encaminado a la consecución de la calidad de su producto, siendo este trabajo una exposición del diagnóstico de la situación actual de la organización y de las actividades que se deben desarrollar para alcanzar la certificación del sistema de gestión de la calidad de acuerdo a la norma ISO 9001:2008.

Se toma como modelo a la empresa HORMICONCRETOS la cual conoció todas las debilidades y fortalezas que posee su organización y además recibió un plan a seguir, donde pueden desarrollar las estrategias planteadas para la consecución en un futuro de la certificación.

En la actualidad la tecnología del hormigón se ha desarrollado para mantener el ritmo con la demanda, esto ha generado la creación de plantas de elaboración de hormigón premezclado.

El hormigón premezclado es un material de construcción cuyo consumo se ha ido incrementando potencialmente durante los últimos años, debido al sin fin de ventajas que presenta. Caracterizándose como un material versátil, eficiente e indispensable en el desarrollo de la construcción moderna.

Esto se ha logrado debido a que las empresas productoras de hormigón premezclado tienden a una constante incorporación de nuevas tecnologías que aportan a la mejora continua de los procesos y productos, permitiendo que el hormigón sea un material en constante progreso.

Este progreso se logra por basarse en necesidades y requerimientos de los clientes, incentivando la actualización permanente de los productos y servicios ofrecidos por estas empresas.

Debido a esto, se consideró como base de ejemplo para crear la Propuesta de Control de Calidad para la fabricación del hormigón premezclado en Central hormigonera; a las Plantas instaladas y en funcionamiento en varias zonas a nivel del Ecuador, que cuenten con sistemas de gestión aprobados y certificados.

La propuesta define un control de calidad desde la obtención de las materias primas y como producto final; para reducir los costos y tiempo destinados en ensayos y controles. Como también, fomentar y extender la

trazabilidad de esta materia prima, logrando mayor integración entre proveedores y distribuidores de hormigón.

Los proveedores examinados en detalle, serán las empresas distribuidoras de áridos cemento y aditivos debido a que estas serán las materias primas investigadas en esta tesis.

El objetivo de esta tesis es diseñar una Propuesta de Control de Calidad destinado a una Planta Hormigonera. Este control especificará las actividades y procedimientos de mayor relevancia a ejecutar para la fabricación y distribución de un hormigón con los requisitos de calidad acordados entre los distribuidores y consumidores de este producto, y además sea acorde a la normativa vigente.

METODOLOGÍA

- ✓ **Tipo de Estudio:** El estudio será de tipo descriptivo y cuantitativo, ya que la información requerida para este caso se obtendrá por medio de listas de chequeos, entrevistas al talento humano y observación de los procesos de la empresa. Esto proporcionará el diagnóstico que permitirá identificar la situación de la empresa frente a los requisitos de la norma ISO 9001 versión 2008.

- ✓ **Método de investigación:** El método de estudio es deductivo, ya que partirá de una caracterización general de los requerimientos que plantea el entorno empresarial en cuanto a satisfacción al cliente vía Sistemas de Gestión de Calidad representados en normas de estandarización internacional, para planear un Sistema de Gestión de Calidad para las empresas hormigoneras que decidan implementar el sistema de gestión de calidad, apoyando el estudio en entrevistas y observación de los procesos de la empresa y su Talento Humano, confrontando cada ítem de la Norma NTC ISO 9001 versión 2008 para obtener así, un diagnóstico interno con la finalidad de identificar debilidades y fortalezas, y formular posteriormente estrategias y planes de acción.

Recolección de la información:

- ✓ **Fuentes Primarias.** Para obtener la información, se utilizará la técnica de la observación de los procesos existentes dentro de la organización y se entrevistará al personal del área técnica que posee conocimientos específicos del proceso de almacenamiento, distribución y comercialización del hormigón premezclado.

- ✓ **Fuentes Secundarias.** La planeación del Sistema de Gestión de la Calidad se hará utilizando como referencia la Norma ISO 9001 versión 2008.

OBJETIVOS

❖ **Objetivo general del proyecto**

- Proponer un sistema de gestión de calidad para una empresa hormigonera.

❖ **Objetivos específicos**

- Identificar y validar la información de los diferentes procesos utilizados en la producción, distribución y comercialización del hormigón en las empresas hormigoneras. Bajo los lineamientos de la ISO 9001:2000; con el fin de plasmar que actividades se deben diseñar en el cumplimiento de la Norma.
- Realizar un diagnóstico en la empresa a implementar el sistema de calidad, para presentar un plan de implementación con el cual se logre cumplir los requisitos para una calidad de acuerdo a la norma ISO 9001.
- Diseñar un manual de Calidad destinada a una Central Hormigonera fija sin controles definidos ni consolidados. Este control contendrá las actividades y procedimientos de mayor

relevancia a considerar, para obtener un hormigón premezclado que cumpla los requerimientos establecidos por el cliente.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

¿Qué es la Calidad?

Calidad es considerada como una propiedad utilizada principalmente por el mundo de la economía ya que permite determinar las características esenciales que brinda un bien o servicio y así poder juzgar el valor de los mismos. (Biosca, 1998)

Es decir que aquel producto o servicio funcione tal y como se desea y así satisfacer las expectativas.

"Calidad" siempre será entendido de varias maneras, ya que para unos la Calidad residirá en un producto y en otros en su servicio posventa de este producto. Lo cierto es que nunca llegaremos a definir exactamente lo que representa el término Calidad a pesar de que últimamente este término se haya puesto de moda. (Rodríguez, 2012)

Definición de la calidad según la Norma ISO 9000:2005;

- Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

- Es la totalidad de las características de una entidad que inciden en su habilidad para satisfacer necesidades planteadas e implícitas.(ATR, 2010)

1.1. Sistema de gestión de la calidad

Para definir un Sistema de Gestión de la Calidad, se partirá descomponiendo cada una de sus palabras y definir las por separado:

- ✓ Sistema: Conjunto de elementos que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objetos (Real Academia Española, 2001).
- ✓ Gestión: Es la acción de hacer actividades para el logro de un negocio (Real Academia Española, 2001).

Al tomar estas dos definiciones se concluye que un sistema de gestión de la calidad son actividades empresariales, planificadas y controladas, que se realizan sobre un conjunto de elementos para lograr la calidad.(Feigembaun, 1991)

El sistema de gestión de la calidad es la forma en la que una empresa o institución dirige y controla todas las actividades que están asociadas a la calidad. Es una estructura operacional de trabajo, bien documentada e integrada a los procedimientos técnicos y gerenciales,

para guiar las acciones de la fuerza de trabajo, la maquinaria o equipos, y la información de la organización de manera práctica y coordinada y que asegure la satisfacción del cliente y bajos costos para la calidad.

Si una empresa tiene implementado un sistema de gestión de la calidad, sólo quiere decir que esa empresa gestiona la calidad de sus productos y servicios de una forma ordenada, planificada y controlada.(Qualitas, 2013)

Se tiene que tomar en cuenta que las normas de producto son diferentes a las normas de gestión de calidad.

Ventajas de implantar un sistema de gestión de la calidad:

- Aumento de beneficios
- Aumento del número de clientes
- Motivación del personal
- Fidelidad de los clientes
- Organización del trabajo
- Mejora de las relaciones con los clientes
- Reducción de costes debidos a la mala calidad
- Aumento de la cuota de mercado

El manual de calidad es único para cada empresa ya que se la elabora tomando en cuenta la organización y el área a cual va dirigido este manual de calidad.(Borja, 2013).

Entre los elementos de un Sistema de Gestión de la Calidad, se encuentran los siguientes:

1. Estructura Organizacional
2. Planificación (Estrategia).
3. Recursos.
4. Procesos.
5. Procedimientos.

1. **La Estructura Organizacional:** Es la secuencia de funciones y responsabilidades que define una organización para lograr sus objetivos. Es la manera en que la organización organiza a su personal, de acuerdo a sus funciones y tareas, definiendo así el papel que ellos juegan en la misma.

2. **La Planificación:** Constituye al conjunto de actividades que permiten a la organización trazar un mapa para llegar al logro de los objetivos que se ha planteado. Una correcta planificación permite responder las siguientes preguntas en una organización:

- ¿A dónde queremos llegar?
 - ¿Qué vamos hacer para lograrlo?
 - ¿Cómo lo vamos hacer?
 - ¿Qué vamos a necesitar?
3. **El Recurso:** Es todo aquello que vamos a necesitar para poder alcanzar el logro de los objetivos de la organización (personas, equipos, infraestructura, dinero, etc.).
4. **Los Procesos:** Son el conjunto de actividades que transforman elementos de entradas en producto o servicio. Todas las organizaciones tienen procesos, pero no siempre se encuentran identificados. Los procesos requieren de recursos, procedimientos, planificación y las actividades así como sus responsables.
5. **Los Procedimientos:** Son la forma de llevar a cabo un proceso. Es el conjunto de pasos detallados que se deben de realizar para poder transformar los elementos de entradas del proceso en producto o servicio. Dependiendo de la complejidad, la organización decide si documentar o no los procedimientos.

Todos estos elementos descritos anteriormente, están relacionados entre sí (de ahí a que es un SISTEMA) y su vez son gestionados a partir de tres procesos de gestión, como bien dice Juran: Planear, Controlar y Mejorar. (Tarí, 2009)

Todos estos elementos descritos anteriormente, están relacionados entre sí (de ahí a que es un SISTEMA) y su vez son gestionados a partir de tres procesos de gestión, como bien dice Juran: Planear, Controlar y Mejorar. En la Figura siguiente se presenta un esquema de esta relación:

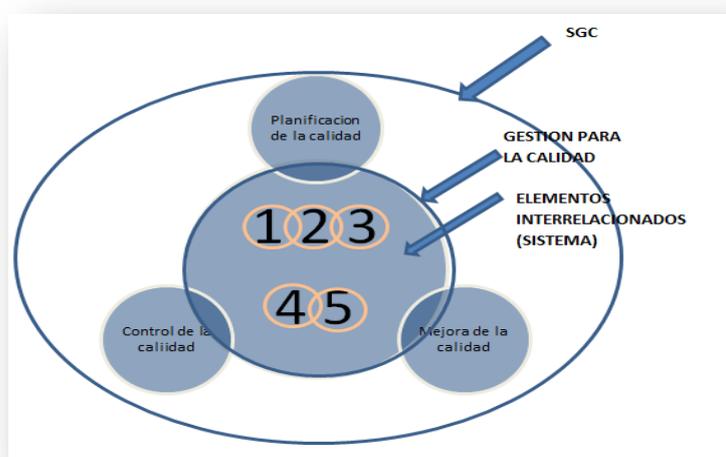


Figura 1: Pasos para la planificación de la calidad
Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

La planificación de la calidad

Son actividades para establecer los requisitos y los objetivos para calidad y para la aplicación a los elementos de un Sistema de Calidad (Juran & Godfrey, 1998).

La planificación de la calidad consta de los siguientes pasos:

1. Establecer el proyecto.
2. Identificar los clientes.
3. Identificar los requisitos del cliente.
4. Desarrollar el producto.
5. Desarrollar el proceso.

El Control de la Calidad, lleva a cabo un conjunto de operaciones para mantener la estabilidad y evitar cambios adversos. Para mantener la estabilidad, se mide el desempeño actual y estos se comparan con las metas establecidas para tomar acciones en las diferencias que se encuentren (Juran & Godfrey, 1998).

La Mejora de la Calidad constituye al grupo de actividades que llevan a la organización hacia un cambio benéfico, es decir, lograr mayores niveles de desempeño. Mejor Calidad es una forma de cambio benéfico (Juran & Godfrey, 1998).

Para que un Sistema de Gestión de la Calidad falle, solo bastará con que uno de estos cinco elementos lo haga, o que se realice una mala gestión sobre ellos. No es posible tener un Sistema de Gestión de la Calidad sin que uno de los cinco elementos citados anteriormente esté presente.

La norma ISO 9001:2008 no es más que un documento que establece requisitos para la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, y que pertenece a la familia ISO 9000 la cual es un conjunto de normas que representa un consenso internacional en Buenas Prácticas de Gestión con el objetivo de que una organización pueda entregar productos y servicios que satisfagan los requisitos de calidad de los clientes.(Camisón, 2010)

La familia de normas ISO 9000 se divide en tres, como se presenta a continuación:



Figura 2: Familia de Normas ISO 9000

Fuente: <http://www.gestiopolis.com/>

1.2. Metodología PHVA (Deming)

Definición:

La implementación de la norma ISO 9001 en cualquier organización tiene el PHVA como metodología principal.

El ciclo de Deming, también conocido como círculo PDCA (de Edwards Deming), es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart. También se denomina espiral de mejora continua. Es muy utilizado por los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC).(Empresas, 2012)

Las siglas PDCA son el acrónimo de Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).

Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costes, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa u organización.

Significado de las siglas PHVA:

- **PLAN (Planificar):** Establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener el resultado esperado. Al basar las acciones en el resultado esperado, la exactitud y cumplimiento de las especificaciones a lograr se convierten también en un elemento a mejorar. Cuando sea posible conviene realizar pruebas a pequeña escala para probar los resultados.

1. Identificar proceso que se quiere mejorar.
 2. Recopilar datos para profundizar en el conocimiento del proceso.
 3. Detallar las especificaciones de los resultados esperados
 4. Definir los procesos necesarios para conseguir estos objetivos, verificando las especificaciones.
- **DO (Hacer):** Implementar los nuevos procesos, llevar a cabo el plan. Recolectar datos para utilizar en las siguientes etapas. Teniendo el plan bien definido, hay que poner una fecha a la cual se va a desarrollar lo planeado.
 - **CHECK (Verificar):**
 - ✓ Pasado un periodo de tiempo previsto de antemano, volver a recopilar datos de control y analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, para evaluar si se ha producido la mejora
 - ✓ Monitorear la Implementación y evaluar el plan de ejecución documentando las conclusiones.
 - **ACT (Actuar):**
 - ✓ Documentar el ciclo.

En base a las conclusiones del paso anterior elegir una opción:

- ✓ Si se han detectado errores parciales en el paso anterior, realizar un nuevo ciclo PDCA con nuevas mejoras.
- ✓ Si no se han detectado errores relevantes, aplicar a gran escala las modificaciones de los procesos
- ✓ Si se han detectado errores insalvables, abandonar las modificaciones de los procesos
- ✓ Ofrecer una Retro-alimentación y/o mejora en la Planificación.



Figura 3: Ciclo PDCA

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Es común usar esta metodología en la implementación de un sistema de gestión de la calidad, de tal manera que al aplicarla en la política y objetivos de calidad así como en la red de procesos, la probabilidad de éxito es mayor.

Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costes, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa u organización.

La rapidez con que nacen, compiten y mueren nuestras ideas, nos lleva a plantearnos la necesidad de tramitar las organizaciones de forma distinta a como históricamente lo hacíamos hasta hace poco tiempo.

Consecuencia de lo mencionado anteriormente hace que tanto administradores educativos, empresarios y emprendedores, conozcan de la cultura de la calidad, en términos generales, realizando mejoras de manera continua y sostenida.

La filosofía y los principios de modelo de administración PHVA y los sistemas de gestión de la calidad, pueden ser un punto de orientación a quienes deben y tienen que tomar decisiones que afectan a las organizaciones, así no se tenga en mente optar por la implementación de un sistema formal de calidad.

Necesidad de un modelo de mejoramiento continuo PHVA:

En la actualidad el mercado, exige de herramientas que garanticen la uniformidad de procesos y procedimientos que se siguen para la elaboración de productos o la prestación de servicios.

Una planta de producción de hormigón requiere de seguridad razonable, que su materia prima y sus proveedores, sean altamente confiables, para la elaboración de sus productos y que cada etapa haya sido controlada.

El análisis de procesos permite visualizar de una manera completa y sistémica todo el entorno y la singularidad de un proceso determinado, de esta manera se puede realizar una investigación completa relacionada con cada uno de los elementos que componen un proceso o un conjunto de ellos.

La filosofía del PHVA es un ciclo en el cual se integran el análisis y la planeación, ya sea para una actividad, procedimiento, o proceso desarrollado, y para optimizar la gestión de estos.

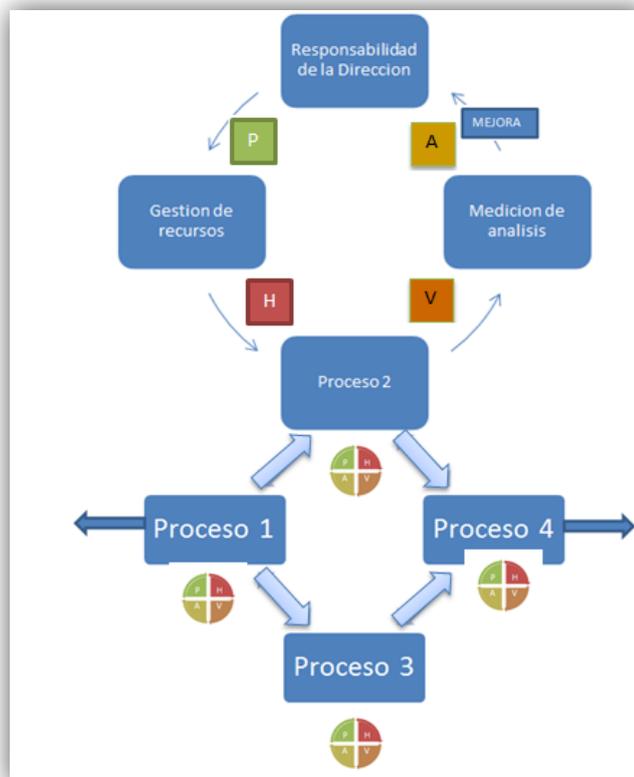


Figura4: Modelo de mejoramiento continuo PHVA
Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Deming empleó el Ciclo PHVA como introducción a todas y cada una de las capacitaciones que brindó a la alta dirección de las empresas japonesas. De allí hasta la fecha, este ciclo ha recorrido las principales empresas del mundo. En Colombia viene tomando fuerza a partir de la versión 2.000 de la norma ISO 9000, pero más que una moda, se requiere entender con claridad los beneficios a obtener con la puesta en marcha de estilos de administración proactivos, enmarcados dentro del compromiso de buscar hacer las cosas mejor que ayer, pero no tanto como mañana.

Tradicionalmente, en muchas organizaciones los procesos y los proyectos se han estado visualizando de una manera lineal, donde se comienza a trabajar con los pedidos del cliente y, una a vez culminado cada trabajo se inicia el siguiente y así sucesivamente hasta lograr el producto final. En otras palabras, el proceso de la organización tiene un inicio y un fin, el cual no es otro que obtener los resultados previstos según sus objetivos. Pero actualmente, se requiere una transformación en la manera de pensar y de actuar de la Organización.

El ciclo PHVA es un ciclo dinámico que puede ser empleado dentro de los procesos de la Organización. Es una herramienta de simple aplicación y, cuando se utiliza adecuadamente, puede ayudar mucho en la realización de las actividades de una manera más organizada y eficaz. Por tanto, adoptar la filosofía del ciclo PHVA proporciona una guía básica para la gestión de las actividades y los procesos, la estructura básica de un sistema, y es aplicable a cualquier organización.

A través del ciclo PHVA la empresa planea, estableciendo objetivos, definiendo los métodos para alcanzar los objetivos y definiendo los indicadores para verificar que en efecto, éstos fueron logrados. Luego, la empresa implementa y realiza todas sus actividades según los procedimientos y conforme a los requisitos de los clientes y a las normas técnicas establecidas, comprobando, monitoreando y controlando la calidad de los productos y el desempeño de todos los procesos clave.

Luego, se mantiene esta estrategia de acuerdo a los resultados obtenidos, haciendo girar de nuevo el ciclo PHVA mediante la realización de una nueva planificación que permita adecuar la Política y los objetivos de la Calidad, así como ajustar los procesos a las nuevas circunstancias del mercado.

La adopción del ciclo PHVA promueve que la práctica de la gestión vaya en pro de las oportunidades para que la Organización mejore el desempeño de sus procesos y para que mantenga los clientes actuales y consiga nuevos clientes. Una vez identificada un área de oportunidad, se puede planificar el cambio y llevarse a cabo. Luego se verifican los resultados de la implementación de tal cambio y, según estos resultados, se actúa para ajustar el cambio o para comenzar el ciclo nuevamente mediante la planificación de nuevos cambios

El PHVA es algo que está presente en todas las áreas de nuestra vida profesional y personal, y se utiliza continuamente, tanto formalmente como de manera informal, consciente o subconscientemente, en todo lo que hacemos. Cada actividad, no importa lo simple o compleja que sea, se enmarca en este ciclo interminable.

El mantenimiento y la mejora continua de la capacidad del proceso puede lograrse aplicando el concepto de PHVA en todos los niveles dentro de la organización, esto aplica por igual a los procesos

estratégicos de alto nivel, tales como la planificación de los Sistemas de Gestión de la Calidad o la revisión por la dirección, y a las actividades operacionales simples llevadas a cabo como una parte de los procesos de realización del producto.

El enfoque basado en procesos indica que todos los procesos como las auditorías internas, la revisión por la dirección el análisis de datos y el proceso de gestión de recursos, entre otros, pueden ser gestionados utilizando como base el ciclo de mejora continua PHVA. La implementación del ciclo PHVA puntual o como un todo se muestra esquemáticamente a continuación:

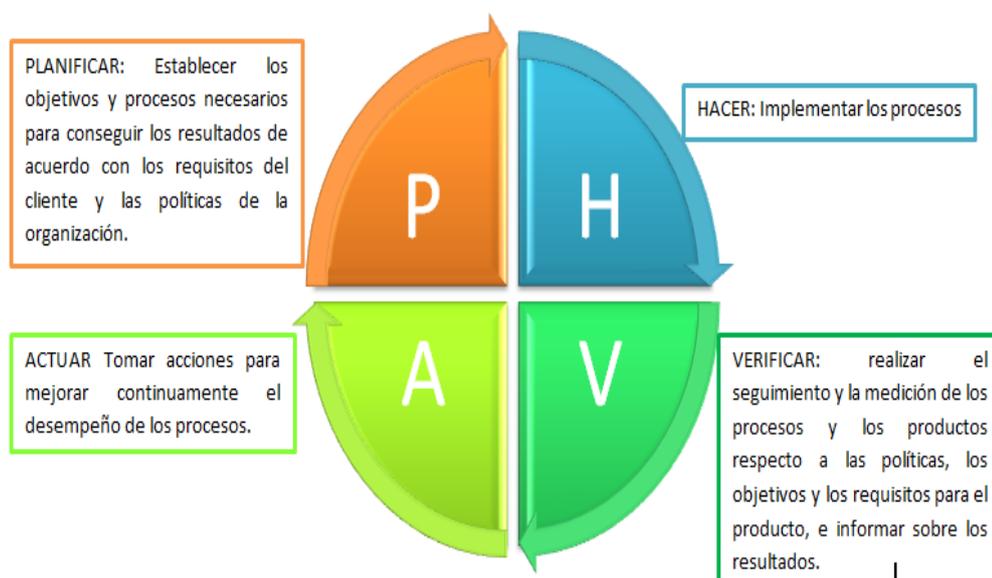


Figura: 5: Relación de PHVA con la Norma ISO

Fuente: www.slideshare.net

1.3. La Cadena de Valor (Porter)

Introducción

La cadena de valor es un modelo teórico que gráfica y permite describir las actividades de una organización para generar valor al cliente final y a la misma empresa. En base a esta definición se dice que una empresa tiene una ventaja competitiva frente a otra cuando es capaz de aumentar el margen (ya sea bajando los costos o aumentando las ventas). Este margen se analiza por supuesto a través de la cadena de valor.

Historia:



Figura6: Dr. Michael E. Porter
Fuente:visionary.management.com.

Michael Eugene Porter (n. 1947, Ann Arbor, Michigan) es profesor de la Harvard Business School (HBS) y autoridad global reconocida en temas de estrategia de empresa, desarrollo económico de naciones y

regiones, y aplicación de la competitividad empresarial a la solución de problemas sociales, de medio ambiente y de salud. Es presidente del Institute for Strategy and Competitiveness 1 de la HBS, y también dirige el programa de dicha institución de la Universidad de Harvard dedicado a nuevos CEOs y presidentes de grandes corporaciones.

En 1985 el Profesor Michael E. Porter de la Escuela de Negocios de Harvard, introdujo el concepto del análisis de la cadena de valor en su libro *Competitive Advantage* (Ventaja Competitiva).

Con esta idea Porter le dio crédito al trabajo que Mckinsey & Co. había hecho al comienzo de la década de los ochenta sobre el concepto de los "sistemas empresariales".

Mckinsey consideraba que una empresa era una serie de funciones (mercadeo, producción, recursos humanos, investigación y desarrollo, etc.) y que la manera de entenderla era analizando el desempeño de cada una de esas funciones con relación a las ejecutadas por la competencia.

El punto de partida del concepto del análisis de la cadena de valor de Porter lo encontramos en su primer libro *Competitive Strategy* (Estrategia Competitiva) publicado en 1980, donde identificaba dos

fuentes separadas y fundamentales de ventaja competitiva: el liderazgo en costo bajo y la diferenciación.

Porter enfocó su nuevo concepto, argumentando que el liderazgo en costo bajo o la diferenciación dependía de todas aquellas actividades discretas que desarrolla una empresa y que separándolas en grupos estratégicamente relevantes la gerencia podría estar en capacidad de comprender el comportamiento de los costos, así como también identificar fuentes existentes o potenciales de diferenciación.

Definición

Porter define el valor como la suma de los beneficios percibidos que el cliente recibe menos los costos percibidos por él al adquirir y usar un producto o servicio.

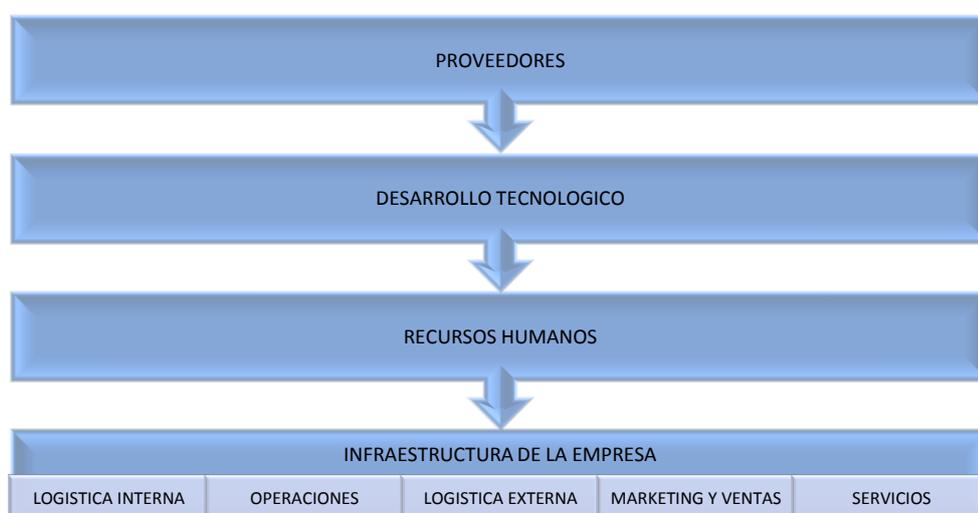


Figura 7: Cadena de valor

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

La cadena de valor es esencialmente una forma de análisis de la actividad empresarial mediante la cual descomponemos una empresa en sus partes constitutivas, buscando identificar fuentes de ventaja competitiva en aquellas actividades generadoras de valor.

Esa ventaja competitiva se logra cuando la empresa desarrolla e integra las actividades de su cadena de valor de forma menos costosa y mejor diferenciada que sus rivales. Por consiguiente la cadena de valor de una empresa está conformada por todas sus actividades generadoras de valor agregado y por los márgenes que éstas aportan.

Una cadena de valor genérica está constituida por tres elementos básicos:

- **Las Actividades Primarias:** que son aquellas que tienen que ver con el desarrollo del producto, su producción, las de logística y comercialización y los servicios de post-venta.

El modelo de la cadena de valor distingue cinco actividades primarias:

- ✓ Logística interna bilateral: comprende recepción, almacenamiento, control de existencias y distribución interna de

materias primas y materiales auxiliares hasta que se incorporan al proceso productivo.

- ✓ Operaciones (producción): procesamiento de las materias primas para transformarlas en el producto final.
 - ✓ Logística externa lateral: almacenamiento y recepción de los productos y distribución del producto al consumidor.
 - ✓ Marketing y Ventas: actividades con las cuales se da a conocer el producto.
 - ✓ Servicio: Estos son de posventa o mantenimiento, agrupa las actividades destinadas a mantener y realzar el valor del producto, mediante la aplicación de garantías, servicios técnicos y soporte de fábrica al producto.
-
- **Las Actividades de Soporte:** a las actividades primarias, como son las administración de los recursos humanos, de compras de bienes y servicios, de desarrollo tecnológico (telecomunicaciones, automatización, desarrollo de procesos e ingeniería, investigación), de infraestructura empresarial (finanzas, contabilidad, gerencia de la calidad, relaciones públicas, asesoría legal, gerencia general).
 - **El Margen,** que es la diferencia entre el valor total y los costos totales incurridos por la empresa.

La cadena de valor y la ventaja competitiva

Las actividades de valor son los tabiques discretos de la ventaja competitiva. Como cada actividad es desempeñada en combinación con su economía, determinará si una empresa tiene un costo alto o bajo en relación con sus competidores. Cómo se desempeña cada actividad de valor también determinará la contribución a las necesidades del comprador y por lo mismo, a la diferenciación. El comparar las cadenas de valor de los competidores expone diferencias que determinan la ventaja competitiva. La cadena de valor en términos estratégicos es una poderosa herramienta que debe ser usada por cualquier estrategia.

El análisis de la Cadena de Valor como herramienta gerencial

El Análisis de la Cadena de Valor es una herramienta gerencial para identificar fuentes de Ventaja Competitiva. El propósito de analizar la cadena de valor es identificar aquellas actividades de la empresa que pudieran aportarle una ventaja competitiva potencial.

Porter resalta tres tipos diferentes de actividad:

- ✓ **Las Actividades Directas:** son las que están directamente comprometidas en la creación de valor para el comprador.

Dependen del tipo de empresa están pueden ser el diseño de productos para la venta

- ✓ **Las Actividades Indirectas:** que son aquellas que le permiten funcionar de manera continua a las actividades directas, estas pueden ser el mantenimiento y la contabilidad.
- ✓ **El Aseguramiento de la Calidad:** en el desempeño de todas las actividades de la empresa.

Porter fue más allá del concepto de la cadena de valor, extendiéndolo al sistema de valor, el cual considera que la empresa está inmersa en un conjunto complejo de actividades ejecutadas por un gran número de actores diferentes. Este punto de vista nos lleva a considerar al menos tres cadenas de valor adicionales a la que describimos como genérica:

- ✓ **Las Cadenas de Valor de los Proveedores:** las cuales crean y le aportan los abastecimientos esenciales a la propia cadena de valor de la empresa.

Los proveedores incurren en costos al producir y despachar los suministros que requiere la cadena de valor de la empresa.

El costo y la calidad de esos suministros influyen en los costos de la empresa y/o en sus capacidades de diferenciación.

- ✓ **Las Cadenas de Valor de los Canales:** que son los mecanismos de entrega de los productos de la empresa al usuario final o al cliente.

Los costos y los márgenes de los distribuidores son parte del precio que paga el usuario final.

Las actividades desarrolladas por los distribuidores de los productos o servicios de la empresa afectan la satisfacción del usuario final.

- ✓ **Las Cadenas de Valor de los Compradores:** que son la fuente de diferenciación por excelencia, puesto que en ellas la función del producto determina las necesidades del cliente.

Algunos usos de la cadena de valor

1. Identifique la cadena de valor de la empresa y luego "rastree" los costos relacionados con las actividades y sus categorías (Costeo ABC).
2. Establezca los elementos claves que dirigen los costos hacia cada actividad de valor.
3. Identifique las cadenas de valor de sus competidores y determine sus costos relativos y el origen de las diferencias en costos con su empresa.

4. Desarrolle una estrategia para lograr una reducción de costos controlando los conductores de costos (cost drivers) o remodele su propia cadena de valor.
5. Asegúrese de que las reducciones de costos no erosionen la diferenciación y si lo hacen que sea una decisión consciente de su parte.
6. Compruebe si las reducciones de costos son sostenibles.

Tenga en cuenta que las acciones estratégicas para eliminar una desventaja en costos, necesariamente debe estar ligada a precisar dónde se originó la diferencia en costos.

1. Determine con precisión quien es realmente su comprador.
2. Identifique la cadena de valor del comprador para poder evaluar el impacto de las decisiones de su empresa.
3. Determine y jerarquice el criterio de compra de su cliente para conocer el valor que éste le asigna a sus determinaciones.
4. Evalúe las fuentes actuales y potenciales de diferenciación, determinando cuál de las actividades de valor están impactando los criterios de compra de sus clientes.
5. Determine el costo de las fuentes de diferenciación
6. Estructure la cadena de valor para agregarle el mayor valor en relación con el costo.
7. Compruebe la sostenibilidad de su estrategia de diferenciación frente a las barreras de entrada y la lealtad de sus clientes.

8. Reduzca costos en aquellas actividades que no afecten su estrategia de diferenciación.

El diagnóstico de las capacidades administrativas:

- ✓ Debe construir una cadena de valor con las actividades de su empresa.
- ✓ Examinar las conexiones que hay entre las actividades internas desarrolladas por la empresa y las cadenas de valor de clientes, canales y proveedores.
- ✓ Identificar aquellas actividades y capacidades claves para llevarle satisfacción a los clientes y ser exitoso en el mercado.
- ✓ Utilizar un benchmarking para hacer las comparaciones internas y externas que le permitan:
- ✓ Evaluar que tan bien está la empresa desarrollando sus actividades.
- ✓ Comparar la estructura de costos de la empresa con la de sus rivales.
- ✓ Evaluar cómo encaja la cadena de valor de la empresa dentro del sistema de valor de su industria.
- ✓ Ajustar y mejorar su cadena de valor para reaccionar a los movimientos estratégicos y tácticos de sus competidores en sus cadenas de valor.
- ✓ Deberá entonces ser claro para el gerente que las cadenas de valor de las otras empresas de su industria dependerán de la trayectoria

de éstas, de sus estrategias, de sus habilidades y que la ventaja competitiva no surge solamente del interior de su empresa, sino también fuera de ésta.

Costo de las actividades en una cadena de valor

El costo de desarrollar cada una de las actividades de una cadena de valor puede fluir desde atrás o hacia adelante en la cadena, dependiendo de dos tipos de factores:

- ✓ Los Conductores de Costos Estructurales
- ✓ Las economías de escala.
- ✓ Los efectos de la curva de experiencia.
- ✓ Las exigencias tecnológicas.
- ✓ La intensidad de capital.
- ✓ La complejidad de la línea de producción.
- ✓ Los Conductores de Costos Realizables
- ✓ El compromiso de la fuerza de ventas con el mejoramiento continuo.
- ✓ Las actitudes y las capacidades con respecto a la calidad.
- ✓ El ciclo de tiempo para lanzar nuevos productos al mercado.
- ✓ La eficiencia para diseñar y ejecutar los procesos empresariales internos.
- ✓ La eficiencia de la empresa en trabajar con proveedores, distribuidores y/o con clientes en la reducción de costos.

El Modelo de las 5 fuerzas de Porter

El punto de vista de Porter es que existen cinco fuerzas que determinan las consecuencias de rentabilidad a largo plazo de un mercado o de algún segmento de éste. La idea es que la corporación debe evaluar sus objetivos y recursos frente a éstas cinco fuerzas que rigen la competencia:

1. **Amenaza de entrada de nuevos competidores:** El mercado o el segmento no es atractivo dependiendo de si las barreras de entrada son fáciles o no de franquear por nuevos participantes que puedan llegar con nuevos recursos y capacidades para apoderarse de una porción del mercado.
2. **La rivalidad entre los competidores:** Para una corporación será más difícil competir en un mercado o en uno de sus segmentos donde los competidores estén muy bien posicionados, sean muy numerosos y los costos fijos sean altos, pues constantemente estará enfrentada a guerras de precios, campañas publicitarias agresivas, promociones y entrada de nuevos productos.
3. **Poder de negociación de los proveedores:** Un mercado o segmento del mercado no será atractivo cuando los proveedores estén muy bien organizados gremialmente, tengan fuertes recursos y puedan imponer sus condiciones de precio y tamaño del pedido. La situación será aún más complicada si los insumos que suministran

son claves para nosotros, no tienen sustitutos o son pocos y de alto costo. La situación será aún más crítica si al proveedor le conviene estratégicamente integrarse hacia adelante.

4. **Poder de negociación de los compradores:** Un mercado o segmento no será atractivo cuando los clientes están muy bien organizados, el producto tiene varios o muchos sustitutos, el producto no es muy diferenciado o es de bajo costo para el cliente, lo que permite que pueda hacer sustituciones por igual o a muy bajo costo. A mayor organización de los compradores mayores serán sus exigencias en materia de reducción de precios, de mayor calidad y servicios y por consiguiente la corporación tendrá una disminución en los márgenes de utilidad. La situación se hace más crítica si a las organizaciones de compradores les conviene estratégicamente integrarse hacia atrás.
5. **Amenaza de ingreso de productos sustitutos:** Un mercado o segmento no es atractivo si existen productos sustitutos reales o potenciales. La situación se complica si los sustitutos están más avanzados tecnológicamente o pueden entrar a precios más bajos reduciendo los márgenes de utilidad de la corporación y de la industria.(Porter, 2009, p. 125).

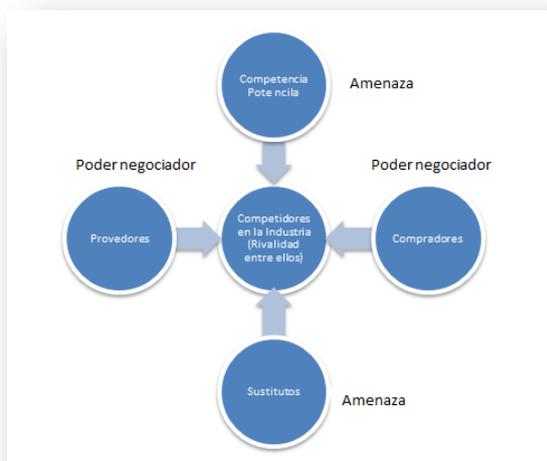


Figura8: Fuerzas de la competencia industrial

Fuente: dianitaraa.blogspot.com

Para éste tipo de modelo tradicional, la defensa consistía en construir barreras de entrada alrededor de una fortaleza que tuviera la corporación y que le permitiera, mediante la protección que le daba ésta ventaja competitiva, obtener utilidades que luego podía utilizar en investigación y desarrollo, para financiar una guerra de precios o para invertir en otros negocios.

Porter identificó seis barreras de entrada que podían usarse para crearle a la corporación una ventaja competitiva:

1. **Economías de Escala:** Supone que debido a que se tiene altos volúmenes de un producto o de una tecnología esto permite a la empresa reducir sus costos, y de esta manera dificultar a un nuevo competidor entrar con precios bajos.

2. **Diferenciación del Producto:** Asume que si la empresa posiciona fuertemente su producto, la compañía entrante debe hacer cuantiosas inversiones para reposicionar a su rival.
3. **Inversiones de Capital:** supone que si la empresa tiene fuertes recursos financieros tendrá una mejor posición competitiva frente a competidores más pequeños, le permitirá sobrevivir más tiempo que éstos en una guerra.
4. **Desventaja en Costos independientemente de la Escala:** supone que cuando las empresas o compañías establecidas en el mercado tienen ventajas en costos que no pueden ser luchadas por competidores potenciales independientemente de cual sea su tamaño y sus economías de escala. Esas ventajas podían ser las patentes, el control sobre fuentes de materias primas, la localización geográfica, los subsidios del gobierno, su curva de experiencia.
5. **Acceso a los Canales de Distribución:** En la medida que los canales de distribución para un producto estén bien atendidos por las firmas establecidas, los nuevos competidores deben convencer a los distribuidores que acepten sus productos mediante reducción de precios y aumento de márgenes de utilidad y de esta manera apropiarse de parte del mercado.
6. **Política Gubernamental:** Las políticas gubernamentales pueden limitar o hasta impedir la entrada de nuevos competidores expidiendo leyes, normas y requisitos. Los gobiernos fijan, por ejemplo, normas sobre el control del medio ambiente o sobre los

requisitos de calidad y seguridad de los productos que exigen grandes inversiones de capital o de sofisticación tecnológica y que además alertan a las compañías existentes sobre la llegada o las intenciones de potenciales contrincantes.

1.4. Gestión por Procesos

1.4.1. Gestión por Procesos

Se puede definir un proceso como cualquier secuencia repetitiva de actividades que una o varias personas desarrollan para hacer llegar una Salida a un destinatario a partir de unos recursos que se utilizan.



Figura 9: Gestión de procesos

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

El proceso está constituido por actividades internas que de forma coordinada logran un valor apreciado por el destinatario del mismo.

Las actividades internas de cualquier proceso las realizan personas, grupos o departamentos de la organización.

Una Organización tiene sentido si puede satisfacer con sus productos o servicios las necesidades de los clientes.

En base a la gestión de procesos, tenemos que tener muy claro qué es lo que quieren nuestros clientes y demás grupos de interés, y en función de sus requisitos, identificar, definir y desarrollar los procesos necesarios para conseguir los objetivos establecidos.

La gestión de procesos ha de buscar el factor de éxito. Cuando los empleados reconocen que sus actividades individuales son parte de algo mayor, se alinean en torno a metas comunes:

- La estrategia general de la EMPRESA
- La satisfacción del cliente

Si no, es posible que ocurra que las personas de la empresa no conozcan los procesos en los que están involucrados. Existiría una falta de alineación entre los procesos y los objetivos.

- La satisfacción del cliente

Y se animan, a ir más allá del día a día, estimulando su talento creativo.

Si no, es posible que ocurra que las personas de la empresa no conozcan los procesos en los que están involucrados. Existiría una falta de alineación entre los procesos y los objetivos. Los procesos que están detectados no se viven en el día a día porque no están actualizados, y la empresa se dedica a solucionar los problemas diarios.(Jara, 2008)

Pasos a seguir en la gestión por procesos

- **Compromiso de la dirección:** la dirección tiene que ser consciente de la necesidad de esta sistemática de gestión por procesos. El factor crítico en este punto es la necesidad de formarse y capacitarse para dirigir el cambio.
- **Sensibilizar, educar, entrenar:** El Equipo Directivo recibe formación relativa a la gestión por procesos. Se basa en conseguir que todos los empleados de la empresa se sientan comprometidos en este proceso y no se sientan obligados.
- **Identificar procesos:** A partir del análisis de todas las interacciones con los clientes externos se realiza un inventario de los procesos. Ver ficha de Gestión de procesos.
- **Clasificar:** entre los procesos que hemos identificado, cuáles son claves, los estratégicos y los de apoyo. Se crea una matriz multicriterio para identificar cuáles son claves.

- **Relaciones:** establecer una matriz de relaciones ente procesos (unos pasan instrucciones, información, comparten recursos, equipos, etc.
- **Mapa de progresos:** diagramas en bloques de todos los procesos que son necesarios para el sistema de gestión de calidad.
- **Alinear la actividad a la estrategia:** los procesos clave nos van a permitir implantar de forma sistemática nuestra política y estrategia. Se crea una matriz de doble entrada con los objetivos estratégicos y los grupos de interés.
- **Establecer en los procesos unos indicadores de resultado:** las decisiones se tienen que basar en información sobre los resultados alcanzados y las metas previstas, que nos permitirán analizar la capacidad de nuestros procesos y sistemas; así como saber el cumplimiento de las expectativas de nuestros grupos de interés y compararnos con los rendimientos de otras organizaciones.
- **Realizar una experiencia piloto:** para desarrollar la implantación, concentramos los esfuerzos en un área piloto. Hay que establecer un criterio de selección.
- **Ciclo PDCA para mantener resultados:** utilizamos esa metodología en el área piloto escogida. Tras haber conseguido la dinámica de mantenimiento en ese proceso clave, elegimos otros y ampliamos el área de actuación.

Seguimiento, medición y mejora de los procesos:

Facultando a las personas a que se impliquen en la gestión de la mejora continua e innovación. Al crear equipos de procesos, donde se van a analizar las actividades, se fijan objetivos de rendimientos; se está estableciendo un sistema de aprendizaje interno, que nos permite detectar oportunidades de mejora. Es posible crear equipos de mejora, equipos de proceso, fichas de seguimiento, análisis de resultados y un plan de mejora.

Cómo se describe un proceso

Para gestionar y mejorar un proceso es necesario, en primer lugar, describirlo adecuadamente.

Los elementos que van a permitir describir el proceso son:

1. Salida y flujo de salida del proceso.
2. Destinatarios del flujo de salida.
3. Los intervinientes del proceso.
4. Secuencia de actividades del proceso.
5. Recursos.
6. Indicadores.

El enfoque basado en procesos

La Dirección debe dotar a la organización de una estructura que permita cumplir con la misión y la visión establecidas. La implantación de la gestión de procesos se ha revelado como una de las herramientas de mejora de la gestión más efectivas para todos los tipos de organizaciones.

Cualquier actividad, o conjunto de actividades ligadas entre sí, que utiliza recursos y controles para transformar elementos de entrada (especificaciones, recursos, información, servicios) en resultados (otras informaciones, servicios) puede considerarse como un proceso.

Los resultados de un proceso han de tener un valor añadido respecto a las entradas y pueden constituir directamente elementos de entrada del siguiente proceso, como muestra el gráfico 10.

Todas las actividades de la organización, desde la planificación de las compras hasta la atención de una reclamación, pueden y deben considerarse como procesos. Para operar de manera eficaz, las organizaciones tienen que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados y que interactúan.

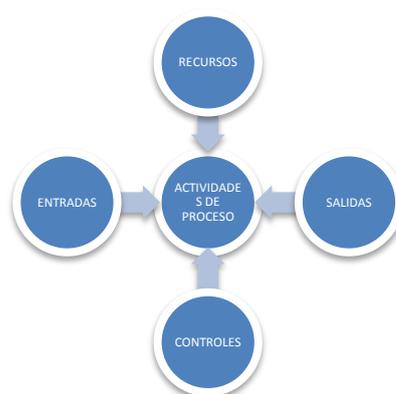


Figura10: Elementos de un procesos

Fuente:[www.google/imagenes](http://www.google.com/imagenes)

La identificación y gestión sistemática de los procesos que se realizan en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conocen como enfoque basado en procesos. ISO 9001 pretende fomentar la adopción del enfoque basado en procesos para gestionar una organización. Este tipo de gestión por procesos, cuando se utiliza en el desarrollo, la implementación y la mejora de la eficacia de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), concentra su atención en:

- ✓ La comprensión y el cumplimiento de los requisitos de los clientes de cada proceso,
- ✓ La necesidad de considerar y de planificar los procesos en términos que aporten valor(el cliente no debe pagar por algo que no le aporte valor),
- ✓ El control, la medición y la obtención de resultados del desempeño y de la eficacia de los procesos.

Qué es un macroproceso

La gestión por procesos es la generalización de la gestión de un proceso y se aplica a una organización en su conjunto. Los clientes vuelven a contar con la organización cuando lo que reciben cubre adecuadamente sus expectativas. La gestión por procesos de una organización es una concepción “horizontal” de la misma que se contrapone a la concepción tradicional funcional “vertical”.

Proceso de mejora continua de los sistemas de gestión certificados

La Figura10 ilustra el modelo ISO 9001 de un SGC basado en procesos y refleja gráficamente la integración de los cuatro pilares básicos de la norma ISO 9001 (Responsabilidad de la Dirección, Gestión de los recursos, Prestación del servicio y Medición, análisis y mejora).

Dado que es un modelo de todos los procesos del SGC, permite demostrar, por medio de bucles, la integración vertical y horizontal de los procesos.

El modelo de procesos no trata de reflejar los procesos de forma detallada. Sin embargo, todos los requisitos del SGC encaminados a

lograr la conformidad de los productos o servicios pueden ser llevados a cabo dentro del modelo.

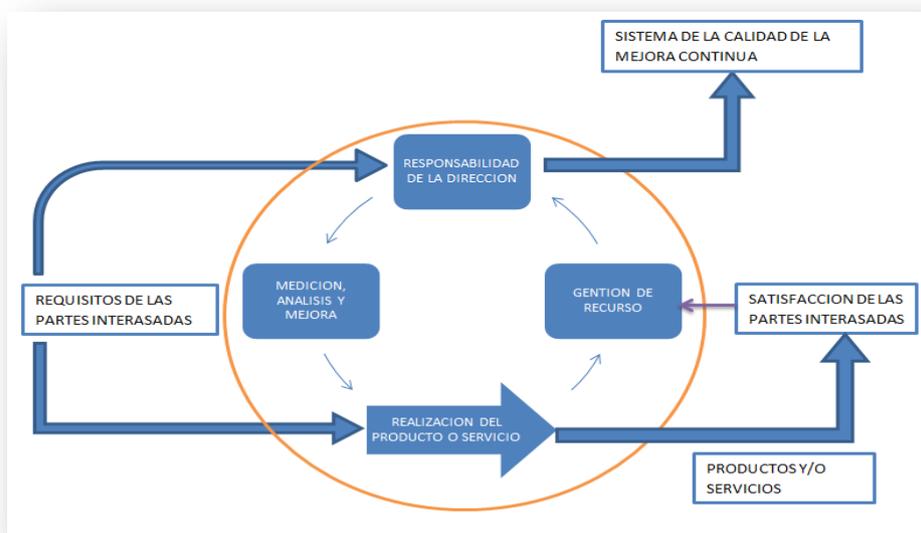


Figura 11: Proceso de mejora continúa

Fuente: www.google.com

Aunque siempre ha resultado necesario gestionar de uno u otro modo las relaciones que se plantean entre las diversas actividades que se llevan a cabo en las organizaciones, lo que aporta el modelo de procesos es que la gestión de las organizaciones se centra en las actividades que resultan críticas para generar valor añadido.

Describir la organización como una red de procesos proporciona a la dirección de la organización una herramienta útil de gestión.

La dirección gestiona su organización:

1. Estabilizando y desarrollando su concepto de organización (Misión, Visión y Valores).
2. Definiendo su red de procesos en general y más en concreto sus procesos clave y prioritarios.
3. Estableciendo mecanismos de medición (Sistema de indicadores).
4. Estableciendo planes de actuación a largo, medio y corto plazo.

Cómo se gestiona la organización por procesos

- ✓ Desarrollo del concepto de organización (Misión y Visión).
- ✓ La dirección establece su concepto de cómo funciona la organización (macro proceso de la organización) y sobre éste, gestiona.



Figura 12: Gestión de la organización

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Pero, ¿Cómo se crea ese concepto de organización que permite luego hacerla funcionar?:

1. Por una parte es importante la realidad actual de la organización misma.

¿Cómo es ahora la organización?

¿Quiénes son los clientes?, ¿Por qué nos compran?

¿Quiénes nos hacen la competencia?

¿Quiénes trabajamos en la organización?

2. Por otra parte es importante saber cómo debería ser la organización. La dirección debe mirar hacia el futuro y ser capaz de visualizar una situación deseada para la misma.

La Misión de la organización: La definición de Misión está integrada por los siguientes elementos a los que se debe responder:

- Quiénes somos.
- Cual es la razón de nuestra existencia
- Con qué fin.
- Para quién lo hacemos.
- Cómo vamos a lograr esta misión.

La Visión de la organización: Se entiende por Visión el conjunto de afirmaciones que describen el tipo de organización que se desea ser en un futuro y que, por tanto, condiciona la clase de entidad que se ha de ser en la actualidad.

Definición de los procesos clave y prioritarios

La dirección debe definir cómo funciona la organización según lo que hace en este momento. Aun no se plantea si debería o no ser así.

Cómo dibujar la red de procesos

- 1- Identificar las grandes funciones en las que emplea la organización su tiempo
- 2- Identificar lo que generan estas funciones cuando emplean su tiempo en hacer lo que tienen que hacer
- 3- Identificar a quien le hacen llegar lo que generan

Qué son los procesos clave

Los procesos clave son aquellas secuencias de actividades que ocurren en el seno de la organización y que tienen un fuerte impacto sobre las expectativas del cliente de la organización o bien que consumen una parte importante de los recursos de la organización.

- ✓ Están relacionados con las declaraciones de Misión y Visión de la organización.
- ✓ Cómo definir los procesos clave
- ✓ Con el Macro procesó a la vista la dirección debe preguntarse:

¿Si el proceso de..... funcionará mal condicionaría gravemente el que alguna expectativa clave de nuestros clientes se viera defraudada?

¿El proceso de..... consume muchos de los recursos que tiene que poner en juego la organización?

Implantación de la gestión por procesos

A continuación la dirección se deberá plantear que procesos inciden directamente en el indicador “plazo de entrega al cliente final” y marcar objetivos parciales para esos procesos.

Para que en una organización se pueda implantar correctamente la gestión por procesos, la totalidad del grupo humano que la compone deberá invertir tiempo y esfuerzo en las siguientes áreas:

1. Liderazgo de la dirección.
2. Participación de los empleados.
3. Formación

✓ **Liderazgo de la Dirección**

El equipo directivo se debe implicar directamente en la gestión desde la Calidad Total.

Es necesario que el personal de la organización perciba que:

- Los directores en la organización conocen y dominan los temas relacionados con la gestión por y de procesos.
- Se involucran en la formación del resto del personal.
- Conocen y actúan como modelo de los valores de la organización.
- Se involucran activa y personalmente en equipos de mejora.
- Destinan los recursos humanos y materiales necesarios para desarrollar las actividades de gestión por y de procesos.

✓ **Participación de los empleados**

Crear equipos de gestión de procesos:

La dirección debe crear equipos que sean capaces de gestionar y mejorar los procesos en los que intervienen. Si la dirección realmente cree en la Calidad Total y lidera el proceso de mejora continua en su organización, estos equipos deberían tener su lugar natural dentro de

ésta, es decir, los equipos deberían tener un carácter estable, con miembros estables y funcionar dentro de horas de trabajo.

Reconocer a sus empleados:

La dirección debe ser capaz de motivar y reconocer a sus empleados. Reconocer significa comunicar con los empleados y hacerles saber que en la organización se conoce y se aprecia su labor y su esfuerzo, significa aportar orgullo y autoestima a los empleados mostrándoles agradecimiento por sus esfuerzos.

El reconocimiento es una poderosa fuerza que aporta a la organización:

- Ganas de pertenecer a la organización.
- Sentimiento de grupo

La dirección debe ser capaz de crear los mecanismos necesarios que generen el reconocimiento:

- Premios individuales y de equipos.
- Presentaciones de los trabajos realizados por equipos.
- Reuniones frecuentes entre dirección y equipos.

✓ **Formación**

El equipo de dirección debe en primer lugar formarse a sí mismo en todos los temas relacionados con la Calidad Total y Gestión por procesos y de procesos para después formar su propio equipo y trabajar directamente en estos temas.

Posteriormente estará en condiciones de participar en la formación o de colaborar con otros equipos de nivel inferior.

En general tanto los directivos como los empleados que trabajan en equipos de gestión de procesos deben formarse en:

1. Funcionamiento en equipos
2. Gestión de procesos y por procesos.
3. En herramientas y técnicas de mejora

1.4.2. Mapas de procesos

Los procesos de la organización

Para adoptar un enfoque basado en procesos, la organización debe identificar todas y cada una de las actividades que realiza. A la representación gráfica, ordenada y secuencial de todas las

actividades o grupos de actividades se le llama mapa de procesos y sirve para tener una visión clara de las actividades que aportan valor al producto/servicio recibido finalmente por el cliente. En su elaboración debería intervenir toda la organización, a través de un equipo multidisciplinar con presencia de personas conocedoras de los diferentes procesos.

Una característica importante de los procesos, que queda de manifiesto en cuanto se elabora el mapa de procesos, es que las actividades que lo constituyen no pueden ser ordenadas de una manera predeterminada, atendiendo a criterios sólo de jerarquía o de adscripción departamental. Se puede decir que el proceso cruza transversalmente el organigrama de la organización y se orienta al resultado, alineando los objetivos de la organización con las necesidades y expectativas de los clientes, sin atender en sentido estricto a las relaciones funcionales clásicas.

La gestión de procesos consiste en dotar a la organización de una estructura de carácter horizontal siguiendo los procesos inter funcionales y con una clara visión de orientación al cliente final. Los procesos deben estar perfectamente definidos y documentados, señalando las responsabilidades de cada miembro, y deben tener un responsable y un equipo de personas asignado.

En este contexto es fundamental la figura del propietario, que es la persona que, además de ocupar una determinada posición en el organigrama “convencional” (vertical), es responsable de analizar el proceso, mejorarlo y especialmente conseguir sus objetivos. La organización debe conocer quién es el propietario de cada uno de los procesos. El propietario asume la responsabilidad global de la gestión del proceso y de su mejora continua. Por ello, debe tener la suficiente autoridad para poder implantar los cambios en el proceso que él o el equipo de mejora del proceso estimen oportuno.

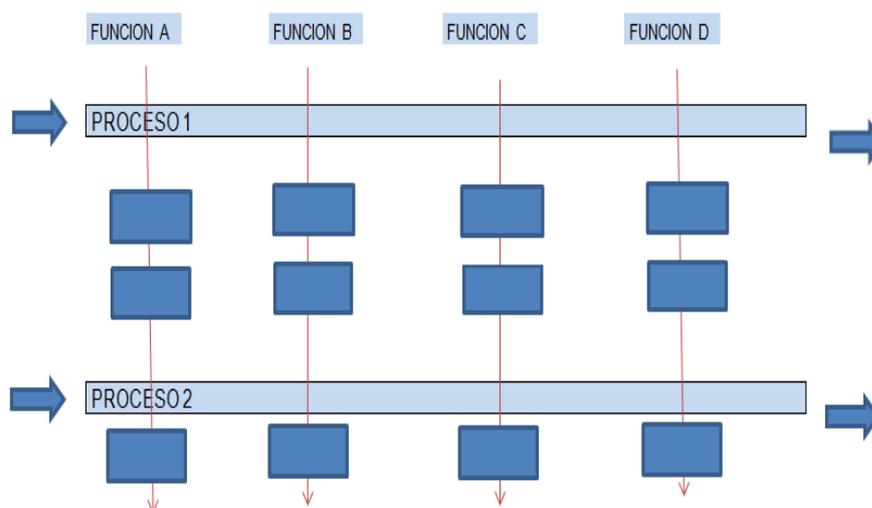


Figura 13: Procesos de la organización

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

En consecuencia, las personas implicadas forman parte de un grupo multidisciplinar que rinde cuentas al responsable del proceso independientemente de las funciones de cada uno en relación con el

departamento al que pertenece. Esto se conoce como “integración horizontal” del personal de la organización.

La organización “horizontal” se visualiza como un conjunto de flujos que de forma interrelacionada consiguen el producto y/o servicio final. Estos flujos están constituidos por todas las secuencias de actividades que se producen en la organización. La Dirección parte de objetivos cuantificables (mejora de indicadores) para alcanzar los resultados globales de la organización (producto o servicio que recibe el cliente final).

La organización “vertical” se visualiza como una agregación de departamentos independientes unos de otros y que funcionan autónomamente. La Dirección marca objetivos, logros y actividades independientes para cada departamento y la suma de los logros parciales da como resultado el logro de los objetivos globales de la organización. La descripción gráfica de la organización vertical es el organigrama. En el organigrama cada casilla representa departamentos y jerarquías dentro de la organización

1. **Procesos clave.** Son los procesos que tienen contacto directo con el cliente.

2. **Procesos estratégicos.** Son los procesos responsables de analizar las necesidades y condicionantes de la sociedad, del mercado y de los accionistas, para asegurar la respuesta a las mencionadas necesidades y condicionantes estratégicos.
3. **Procesos de soporte.** Son los procesos responsables de proveer a la organización de todos los recursos necesarios en cuanto a personas, maquinaria y materia prima.

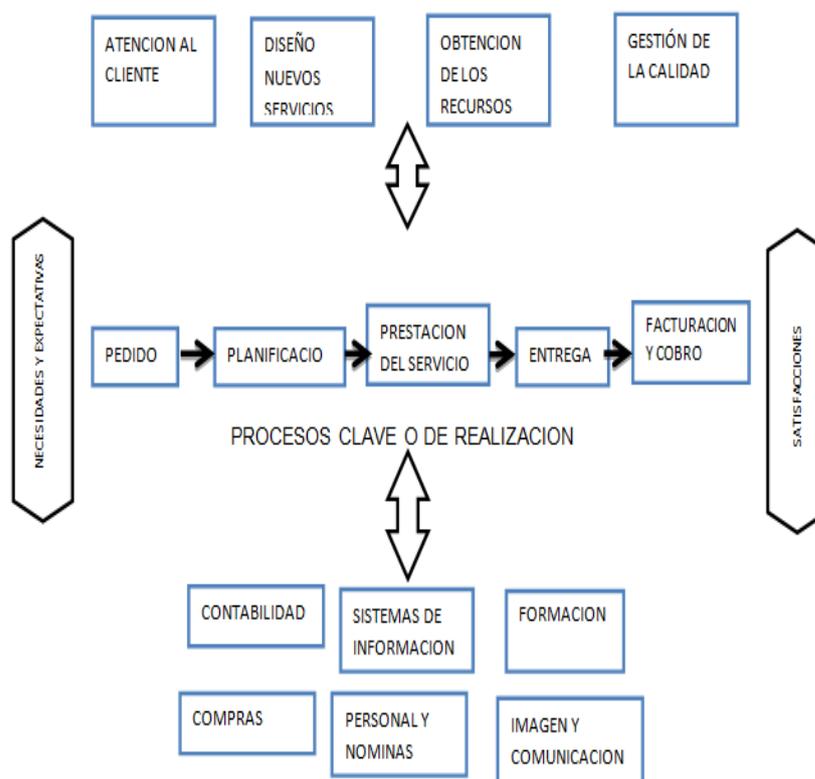


Figura 14: Estructura de procesos en una empresa
Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

1.4.3. Elementos de un proceso

Un proceso es una secuencia ordenada de actividades repetitivas cuyo producto tiene valor intrínseco para un usuario o cliente; consta de tres elementos.

1. **Un input (entrada principal).**- Es el producto con unas características objetivas que responde al estándar o criterio de aceptación definido. La existencia del input es lo que justifica la ejecución sistemática del proceso.
2. **La secuencia de actividades.**- Aquellos factores, medios y recursos con determinados requisitos para ejecutar el proceso siempre bien a la primera. Algunos de estos factores del proceso son entradas laterales, es decir, inputs necesarios para la ejecución del proceso, pero cuya existencia no lo desencadena. Son productos que provienen de otros procesos con los que interactúa.
3. **Un output (salida).** Es el producto con la calidad exigida por el estándar del proceso. La salida es un producto que va destinado a un usuario o cliente (externo o interno). El output final de los procesos de la cadena de valor es el input o una entrada para el

proceso del cliente. Centrarse en los procesos tiene las siguientes ventajas:

- Orienta la empresa hacia el cliente y hacia sus objetivos.
- Permite optimizar y racionalizar el uso de los recursos con criterios de eficacia global versus eficacia local o funcional.
- Aporta una visión más amplia y global de la organización y de sus relaciones internas.
- Contribuye a reducir los costos operativos y de gestión.
- Es de gran ayuda para la toma de decisiones eficaces.
- Contribuye a reducir los tiempos de desarrollo, lanzamiento y fabricación de productos o suministro de servicios.
- Permite la autoevaluación del resultado del proceso por parte de cada persona.
- Contribuye a desarrollar ventajas competitivas propias y duraderas.
- Posibilita mejoras de fuerte impacto.
- Proporciona la estructura para que la cooperación exceda las barreras funcionales.

1.4.4. Caracterización de procesos

Documentos que describen a grandes rasgos las especificaciones de los procesos. Son un soporte de información que resumen las

características relevantes para el control de las actividades definidas en el diagrama de flujo, así como para la gestión del proceso.

Contiene información como:

- Objetivo del Proceso
- Alcance del Proceso
- Proveedores
- Usuarios
- Registros
- Indicadores
- Recursos Necesarios

HORMICONCRETOS		FECHA DE PROCESO	
PLANEAR	PROCESO: Nombre del proceso	PROPIETARIO: Responsabvle del proceso	
	OBJETIVO: Cual es el proposito del proceso (para que sirve o para que se requiere)		
	ALCANCE: EMPIEZA: Donde empieza el proceso. INCLUYE: Que elementos incluye. TERMINA: Donde termian el proceso		
	PROVEEDOR: Quienes alimentan el proceso	CLIENTE: A quien se entregan los productos o resultados del proceso	
HACER	ENTRADAS: Informacion, productos o requisitos para activar el proceso	SALIDAS: Todos los resultados esperados del proceso.	
	REGISTROS: Formatos o sistemas en los cuales va registrando la informacion.	VEA DIAGRAMA DE PROCESOS: Indica el diagrama de proceso relacionado	
VERIFICAR	VARIABLES A CONTROLAR: Parametros sobre los cuales se puede intervenir y cuya modificacion puede alterar los indicadores de desempeño.	INSPECCIONES/CONTROLES: Inspecciones o controles que se aplica al proceso para verificar el cumplimiento de los requisitos.	
	INDICADORES:Indice que permiten hacer el seguimiento y medicion del cumplimiento de los objetivos del proceso.		
ACTUAR	PRODUCTOS NO CONFORME: Define el producto no conforme del proceso de la realizacion en cada una de las etapas.		
	ACCIONES PREVENTIVAS: Acciones para prevenir fallos o correguir tendencias negativas.	ACCIONES CORRECTIVAS: Acciones que debe tomar dentro del proceso apra mantenerlo bajo control.	
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	APROBADO POR:
			FECHA:

Figura15: Caracterización de procesos

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

1.4.5. Diagrama de procesos

Es la representación gráfica de los procesos mediante Diagramas de flujo la descripción de las actividades de un proceso deberá llevarse a cabo de manera gráfica a través de un diagrama de flujo, donde se puedan representar estas actividades de forma secuencial y escalonada, tal como se muestra a continuación:

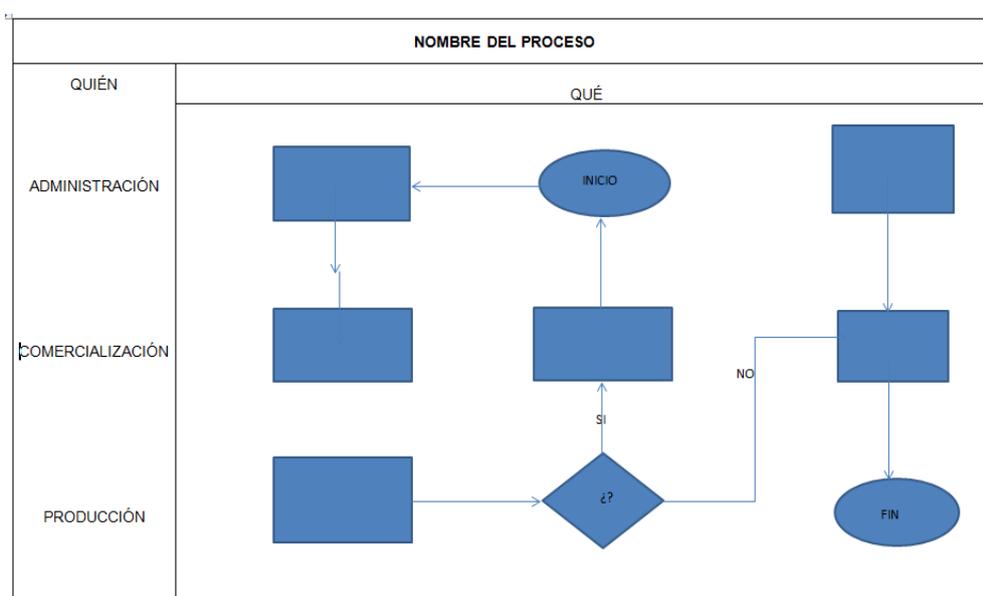


Figura 16: Flujograma de un proceso

Fuente: www.monografias.com

Utilidades del flujograma:

- Comprender un proceso
- Formar a las personas
- Identificar problemas y oportunidades para la mejora del proceso
- Clarificar la relación cliente – proveedor

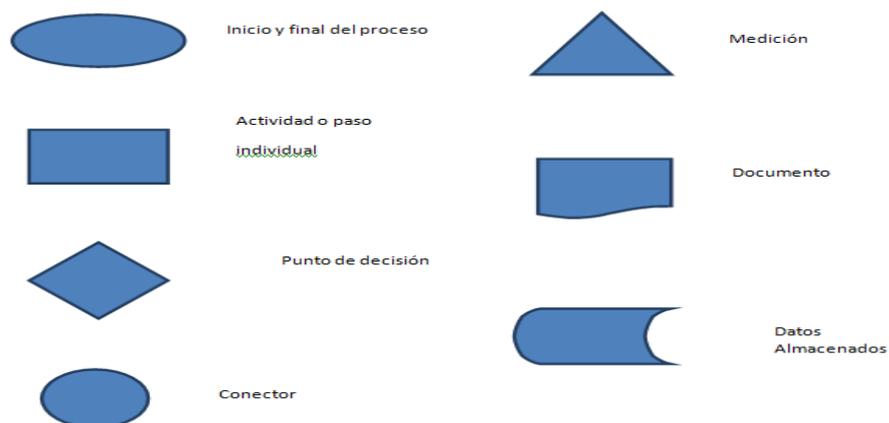


Figura17: Símbolos del flujograma
FUENTE:www.elprisma.com

Construyendo un flujograma

Los elementos clave que se deben introducir en un flujograma son:

- La secuencia de actividades que se realizan.
- Los equipos que realizan estas actividades.

Estos elementos son lo que constituyen la física del flujo; sin embargo, además se deberían incluir los siguientes componentes:

- ✓ **Recursos:** capital, personas, equipos, materiales, procedimientos, tiempo, etc.
- ✓ **Controles:** métricas e índices para determinar estado del proceso, evaluar su desempeño y proveer información para la toma de decisiones.

- ✓ **Autoridad:** en la gestión del proceso, la persona que tiene la capacidad para modificar el proceso o tomar decisiones sobre el proceso.
- ✓ **Responsabilidad:** de los que actualmente realizan el proceso (propietario). El responsable puede ser una persona o un equipo.

Estos elementos son importantes porque un cambio en alguno de ellos puede provocar grandes modificaciones en el rendimiento del proceso, aun cuando no se modifique la física del flujo. Por ejemplo, el cambio de una persona por otra más motivada o con mayores conocimientos

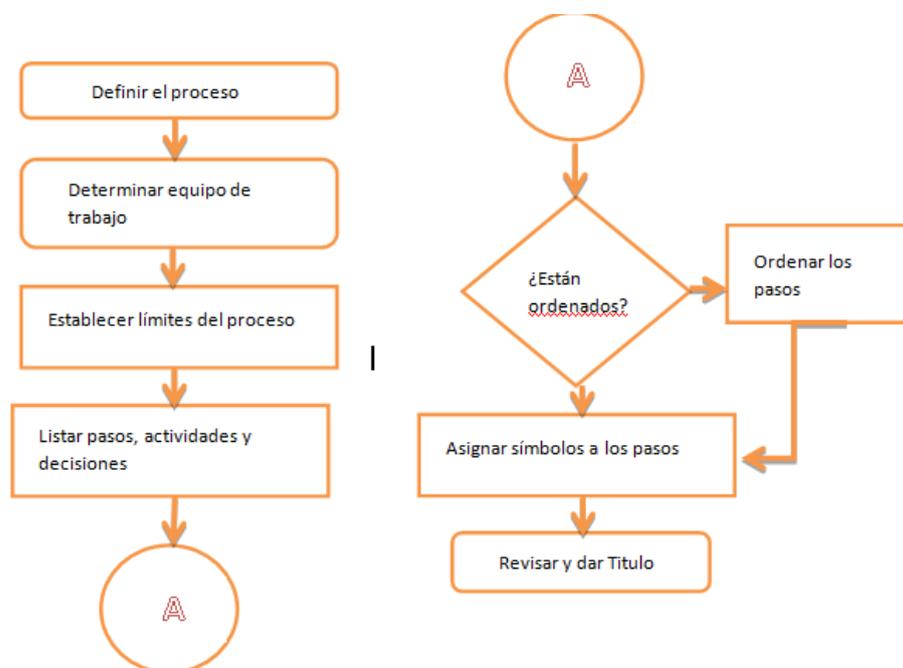


Figura 18: Elementos del flujoograma
FUENTE:2.bp.blogspot.com

Tipos de diagramas de procesos

Diagramas de Flujo

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de un proceso, tiene como objetivo facilitarnos la comprensión de un algoritmo o simplificar el análisis de un proceso. Un algoritmo está compuesto por operaciones, decisiones lógicas y ciclos repetitivos que se representan gráficamente por medio de símbolos estandarizados por la ISO.

Los diagramas de flujo se desarrollaron con la idea de representar procesos en áreas como la administración de empresas, la planeación de proyectos, la manufactura de productos, la planificación de estrategias de ventas y muchas áreas más, no obstante, han cobrado un interés muy especial en el análisis y planeación de procesos para el desarrollo de sistemas computacionales. Y al mismo tiempo han demostrado tener una gran utilidad en el proceso de aprendizaje y formación de futuros desarrolladores de software.

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de los pasos que seguimos para realizar un proceso; partiendo de una entrada, y después de realizar una serie de acciones, llegamos a una salida.

El diagrama de flujo tiene las siguientes características y ventajas:

- Es una representación gráfica de las secuencias de un proceso, presenta información clara, ordenada y concisa.
- Permite visualizar las frecuencias y relaciones entre las etapas indicadas.
- Se pueden detectar problemas, desconexiones, pasos de escaso valor añadido etc.
- Compara y contrasta el flujo actual del proceso contra el flujo ideal, para identificar oportunidades de mejora.
- Identifica los lugares y posiciones donde los datos adicionales pueden ser recopilados e investigados.
- Ayuda a entender el proceso completo.
- Permite comprender de forma rápida y amena los procesos.



Figura 19: Diagrama de flujo

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

1.5. Indicadores de gestión

Historia

La naturaleza de la competencia empresarial propia de la era industrial, donde la incorporación de alta tecnología ha sido lo más importante, se está transformando rápidamente. En la actual era de la información, las empresas ya no pueden obtener ventajas competitivas sostenibles sólo mediante la aplicación de nuevas tecnologías a los bienes físicos o llevando a cabo una excelente gestión de los activos y pasivos financieros.

En esta medición, los indicadores de gestión se convierten en los signos vitales de la organización, y su continuo monitoreo permite establecer las condiciones e identificar los diversos síntomas que se derivan del desarrollo normal de las actividades.

La gestión moderna de la empresa y la teoría de la organización tienden a estudiar el microclima social de las empresas más que los factores económicos tradicionales: el comportamiento de los individuos dentro de una estructura organizativa es tan importante como la propia estructura.

Así, aunque el pago por ejecución y otros incentivos siguen siendo factores clave para lograr mayores beneficios y cuotas de mercado, otras medidas, como el control de calidad y la gestión de recursos humanos se emplean al margen de las estrategias tradicionales.(Lliviñañay, 2008)

Definición

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar el éxito de un proyecto o una organización. Los indicadores de gestión suelen establecerse por los líderes del proyecto u organización.

Indicadores de gestión

- Significado del Desempeño.
- Índice e Indicador.
- Indicadores de Gestión.
- ¿Por qué medir y para qué?
- Atributos de los indicadores y tipos de indicadores
- Categorías de los indicadores.
- Propósitos y beneficios de los indicadores de gestión.
- Indicadores individuales.
- Indicadores globales.

Diseño y construcción de indicadores

- Génesis de los indicadores de gestión en la organización.
- Condiciones básicas que deben reunir los indicadores.
- Metodología para la construcción de los indicadores.
- Etapas para desarrollo y establecimiento de indicadores de gestión.
- Reglas prácticas para la implementación de un conjunto o sistema de indicadores.
- Lecciones aprendidas sobre la base de experiencias previas en el uso de indicadores
- Potenciales dificultades en la elaboración de indicadores.
- Errores al establecer indicadores y como evitarlos
- Presentación de los indicadores.

Tipos de indicadores de gestión

Existen diversas clasificaciones de los indicadores de gestión. Tradicionalmente, las empresas han medido su desempeño basándose exclusivamente en indicadores financieros clásicos (aumento de ventas, disminución de costos, etc.). La gerencia moderna, sin embargo, exige al gerente realizar un seguimiento mucho más amplio, que incluya otras variables de interés para la organización

Criterios para establecer indicadores de gestión

Para que un indicador de gestión sea útil y efectivo, tiene que cumplir con una serie de características, entre las que destacan: Relevante (que tenga que ver con los objetivos estratégicos de la organización), claramente definido (que asegure su correcta recopilación y justa comparación), Fácil de Comprender y Usar, Comparable (se pueda comparar sus valores entre organizaciones, y en la misma organización a lo largo del tiempo), Verificable y Costo-Efectivo (que no haya que incurrir en costos excesivos para obtenerlo).

CAPÍTULO II

2. NORMA ISO 9001-2008

2.1. Definición ISO

La certificación es la actividad consistente en la emisión de documentos que certifiquen que un producto, proceso o servicio se ajusta a normas técnicas determinadas.

Una organización que haya obtenido la certificación con la Norma ISO 9001:2008 puede asegurar que tiene un sistema de gestión de la calidad documentado, implantado y mantenido, se lleva a cabo cuando el sistema de la calidad está eficazmente implantado y se ha confirmado su adecuación mediante revisiones o auditorías previas a la certificación.(Consultores, 2010)



Figura 20: Procesos Normas ISO

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Un sistema de calidad, nos lleve o no a la certificación con la Norma ISO, deberá suponer un cambio real en la manera de trabajar de la empresa.

Los principios básicos para certificar el sistema de calidad según la Norma ISO 9001:2008 son:

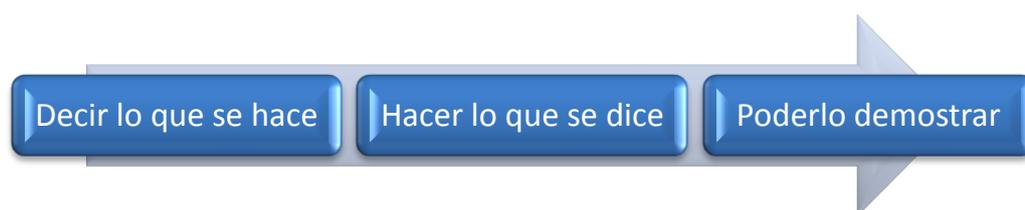


Figura 21: Principios básicos de la Norma ISO 9001:2008
Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

En cuanto a las fases del proceso de certificación, pueden distinguirse las siguientes:



Figura 22: Fases del proceso de certificado
Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

El proceso de certificación con la norma ISO terminará satisfactoriamente con la entrega del certificado, la concesión del uso de una marca de tercera parte, y la inscripción de la organización en un registro que mantiene el organismo certificador.

El uso de la marca del organismo de certificación obedece a la voluntad de atestiguar públicamente que la empresa ostenta un sistema de aseguramiento de la calidad certificado.

La norma ISO es un modelo, un patrón, ejemplo o criterio a seguir. La finalidad principal de las normas ISO es orientar, coordinar, simplificar y unificar los usos para conseguir menores costes y efectividad.

ISO 9001 se basa en los siguientes ocho principios de Gestión de Calidad, que se incorporan dentro de los requisitos de la norma, y puede ser aplicado para mejorar el desempeño organizacional. (Carzola, 2010).



Figura 23: Principio de gestión de calidad

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

2.2. Reseña de la norma

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) es una federación de alcance mundial integrada por cuerpos homogenizados de 130 países, uno por cada país.

La Organización Internacional para la Estandarización, ISO por sus siglas en inglés (International Organization for Standardization), es una federación mundial que agrupa a representantes de cada uno de los organismos nacionales de estandarización (como lo es el IRAM en la Argentina), y que tiene como objeto desarrollar estándares internacionales que faciliten el comercio internacional.

La Organización Internacional de Normalización, ISO, que nace luego de la segunda guerra mundial (fue creada en 1946), es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional.

La ISO es una red de los institutos de normas nacionales de 146 países, sobre la base de un miembro por el país, con una Secretaría Central en Ginebra, Suiza, que coordina el sistema. La Organización

Internacional de Normalización (ISO), con base en Ginebra, Suiza, está compuesta por delegaciones gubernamentales y no gubernamentales subdivididos en una serie de subcomités encargados de desarrollar las guías que contribuirán al mejoramiento ambiental.

Las normas desarrolladas por ISO son voluntarias, comprendiendo que ISO es un organismo no gubernamental y no depende de ningún otro organismo internacional, por lo tanto, no tiene autoridad para imponer sus normas a ningún país.(Shirley, 2010)

2.3. Conceptos Generales

- ✓ Calidad: Grado en el que un conjunto de características inseparables que cumple con los requisitos.
- ✓ Requisito: Necesidad o expectativa establecida generalmente implícita u obligatoria.
- ✓ Satisfacción del cliente: Percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos.
- ✓ Sistema: Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.
- ✓ Sistema de gestión: Un sistema de gestión es una estructura probada para la gestión y mejora continua de las políticas, los procedimientos y procesos de la organización.

- ✓ Sistema de gestión de la calidad: Sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.
- ✓ Satisfacción del cliente: percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos.
- ✓ Política de calidad: intenciones globales y orientación de una organización relativas a la calidad tal como se expresan formalmente por la alta dirección.
- ✓ Comunicación de la información: Como una herramienta para la comunicación y la transmisión de la información. El tipo y la extensión de la documentación dependerá de la naturaleza de los productos y procesos de la organización, del grado de formalidad de los sistemas de comunicación y de la capacidad de las personas para comunicarse dentro de la organización, así como de su cultura.
- ✓ Evidencia de la conformidad: aporte de evidencia de que lo planificado se ha llevado a cabo realmente.
- ✓ Compartir conocimientos: para difundir y preservar las experiencias de la organización. Un ejemplo típico sería una especificación técnica, que puede utilizarse como base para el diseño y desarrollo de un nuevo producto.

2.4. Sistema de Gestión de Calidad

La implementación y elaboración de un sistema de calidad para una empresa es importante ya que sirve como paso ideal desde el que se

puede avanzar hacia otras certificaciones como es el de sistemas de gestión del medio ambiente, la seguridad o la responsabilidad social, la norma ISO 9001 permite a pequeñas y medianas empresa situarse al nivel de las más grandes, igualándose tanto en eficiencia y como en igualdad para ingresar al mercado actual.

La adopción de un sistema de gestión de la calidad debería ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación del sistema de gestión de la calidad de una organización están influenciados por:

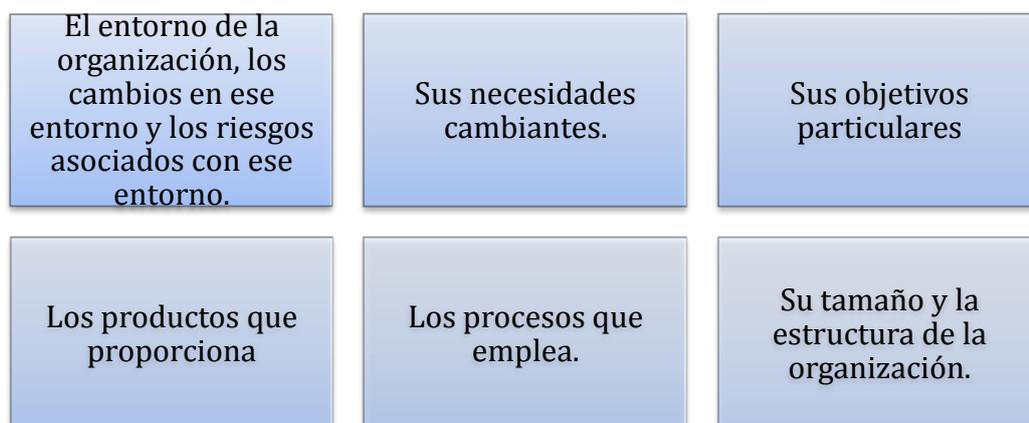


Figura 24: Sistema de gestión de calidad

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

No es el propósito de esta norma internacional proporcionar uniformidad en la estructura de los sistemas de gestión de la calidad o en la documentación.

Los requisitos del sistema de gestión de la calidad especificada en esta norma internacional son complementarios a los requisitos para los productos. La información identificada como “Nota” se presenta a modo de orientación para la comprensión o clarificación del requisito correspondiente.

Esta norma internacional puede utilizarla partes internas y externas incluyendo organismos de certificación, para evaluarla capacidad de la organización para cumplir los requisitos del cliente, los legales y los reglamentos aplicables al producto y los propios de la organización.(Turmero, 2012)

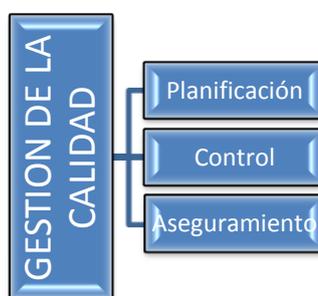


Figura 25: Gestión de calidad

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Ventajas del sistema de calidad

Desde el punto de vista externo:

- Potencia la imagen de la empresa frente a los clientes actuales y potenciales.

- Asegura la calidad en las relaciones comerciales.
- Facilita la salida de los productos/servicios al exterior al asegurarse las empresas receptoras del cumplimiento de los requisitos de calidad

Desde el punto de vista interno:

- Mejora en la calidad de los productos y servicios derivada de procesos más eficientes para diferentes funciones de la organización.
- Disminuyen los costos y crecen los ingresos.

Riesgos del sistema de calidad

- Una mala comunicación puede llevar a generar importantes barreras en el desarrollo del análisis.
- No obtener el compromiso y colaboración de todos los afectados.(AITECO, 2010)

2.5. Normas ISO complementarias

Las normas ISO complementarias se presentan a continuación:

- ISO 9000:2005

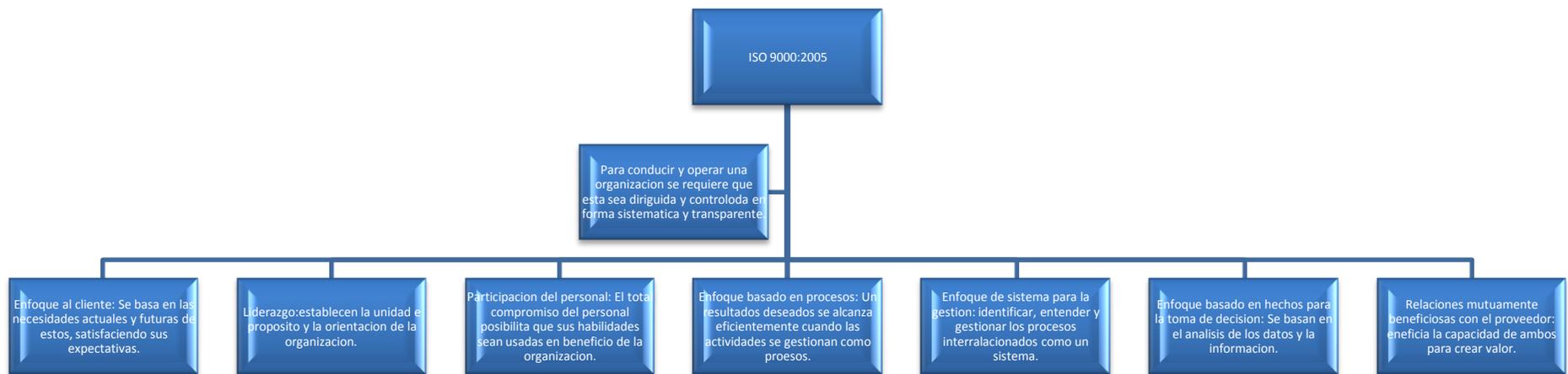


Figura 26: Introducción Norma ISO 9000:2005

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

- Objeto y campo de aplicación de la Norma

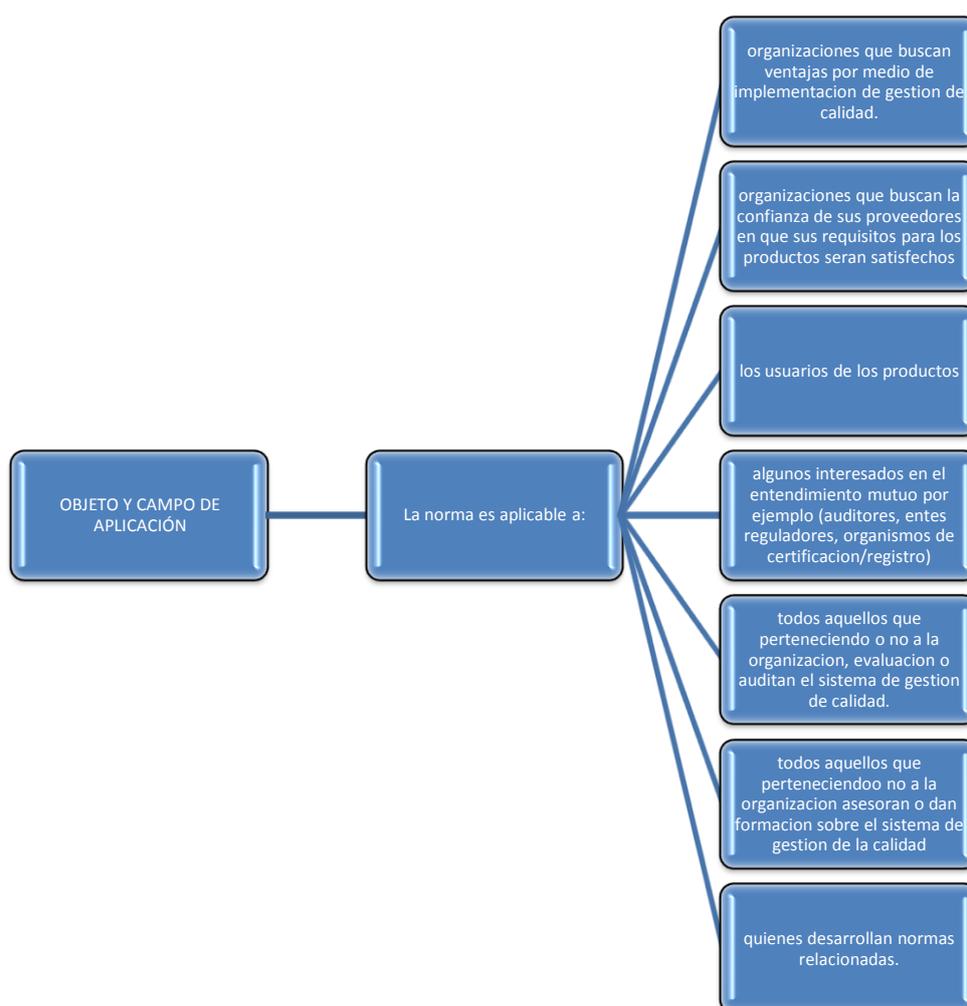


Figura 27: Objetivo Norma ISO 9000:2005

Fuente: www.uco.es

- Fundamento de la Norma

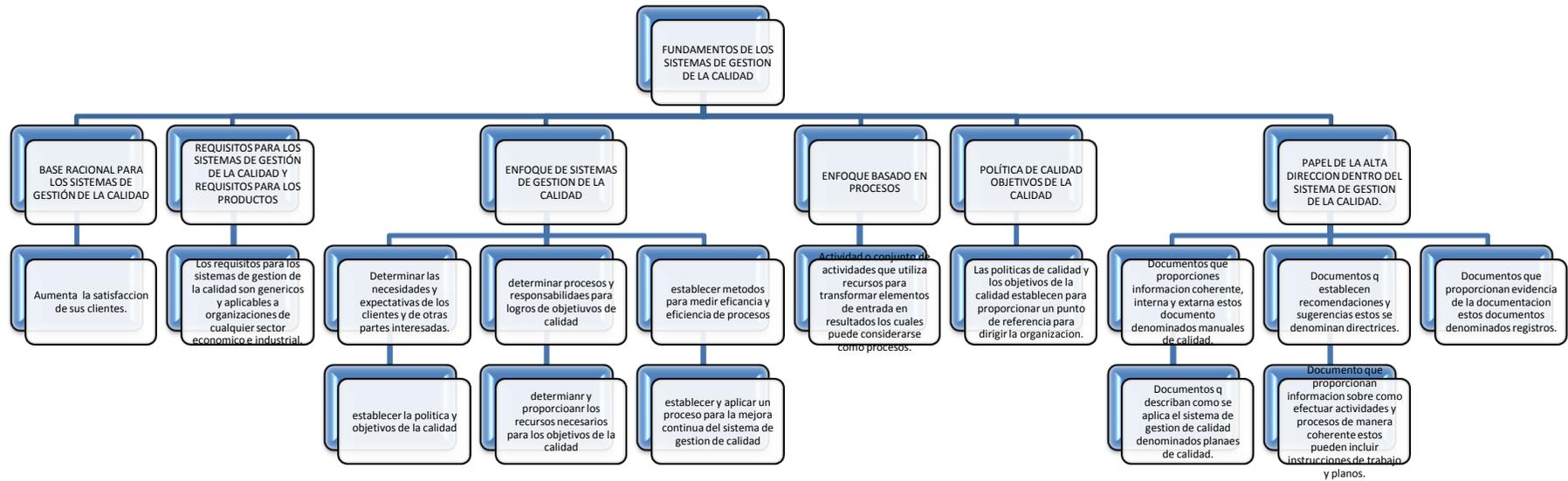


Figura 28: Fundamento de la Norma ISO 9000:2005

Fuente: www.uco.es

- **ISO 9004:2009**

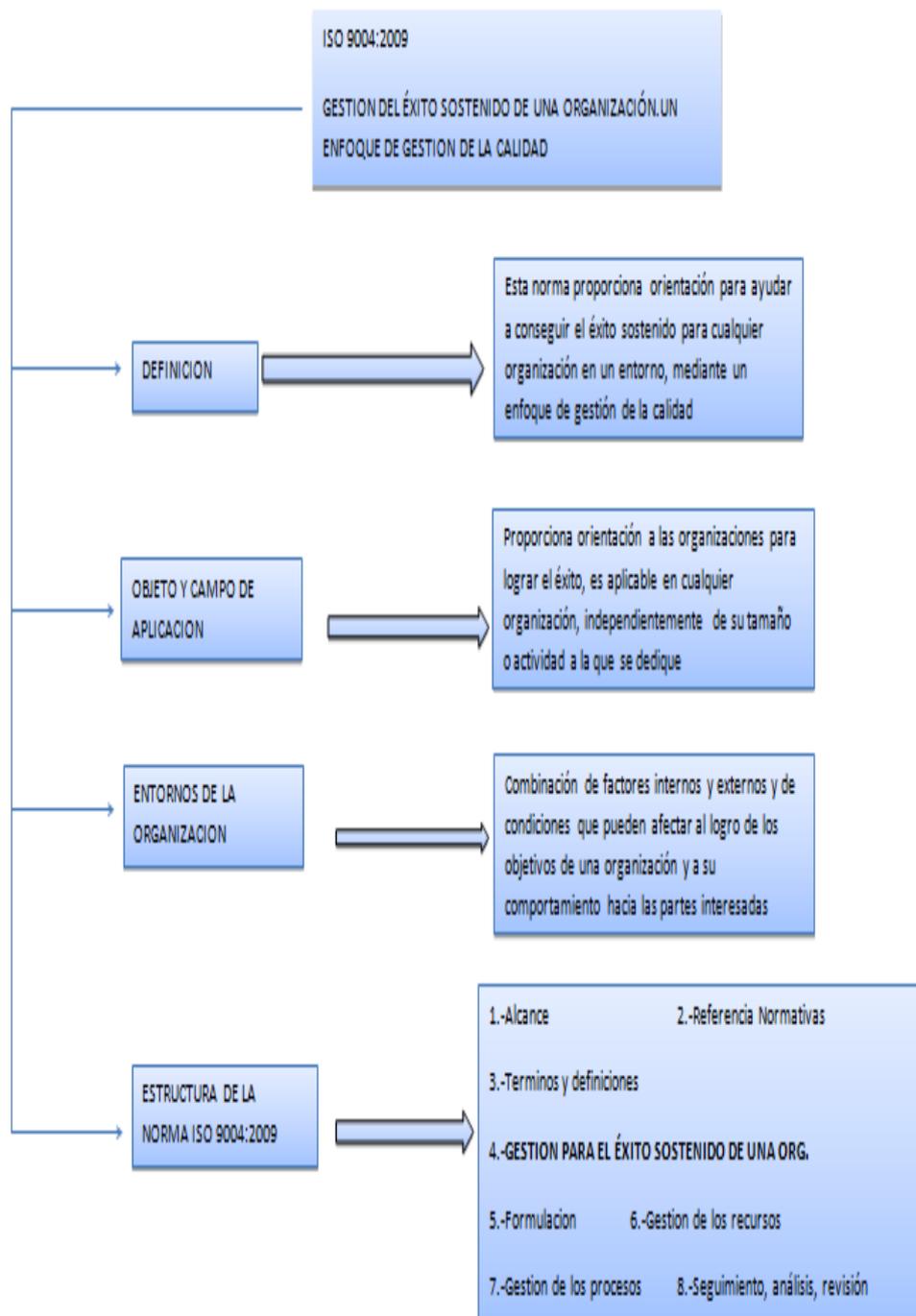


Figura 29: Norma ISO 9004:2009

Fuente:umc.edu.ve

- ISO 19011:2002

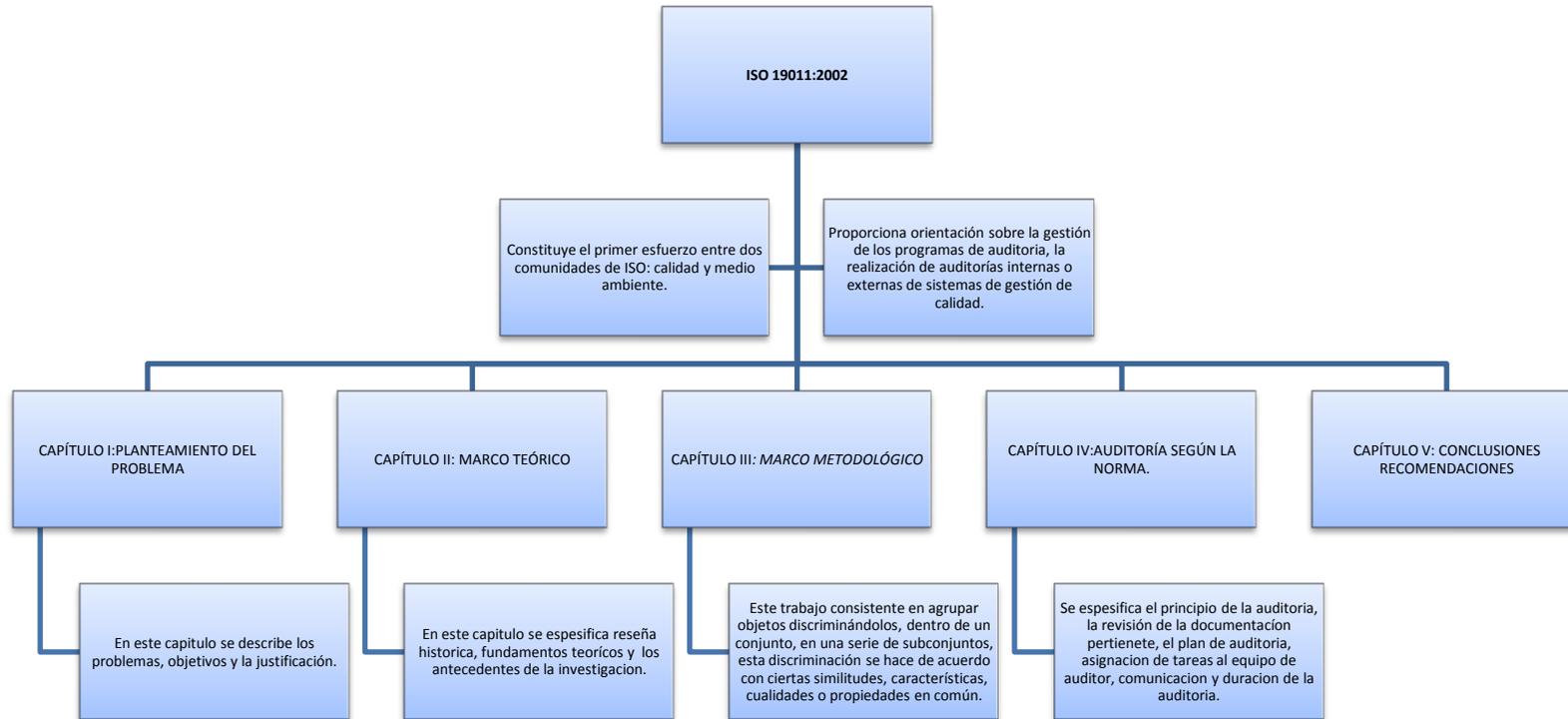


Figura 30: Introducción Norma ISO 19011:2002

Fuente: (ATR, 2010)

2.6. Términos desconocidos

- **Alcance de la auditoría:** extensión y límites de una auditoría.
- **Auditado:** organización que es auditada.
- **Auditor:** persona con la competencia para llevar a cabo una auditoría.
- **Ciente de la auditoría:** organización o persona que solicita una auditoría.
- **Competencia:** atributos personales y aptitud demostrada para aplicar conocimientos y habilidades.
- **Conclusiones de la auditoría:** resultado de una auditoría, que proporciona el equipo auditor tras considerar los objetivos de la auditoría y todos los hallazgos de la auditoría.
- **Criterios de auditoría:** conjunto de políticas, procedimientos o requisitos.
- **Equipo auditor:** uno o más auditores que llevan a cabo una auditoría, con el apoyo, si es necesario, de expertos técnicos.

- **Evidencia de la auditoría:** registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y que son verificables.

- **Experto técnico:** persona que aporta conocimientos o experiencia específicos al equipo auditor.

- **Hallazgos de la auditoría:** resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoría recopilada frente a los criterios de auditoría.

- **Programa de auditoría:** conjunto de una o más auditorías planificadas para un periodo de tiempo determinado y dirigidas hacia un propósito específico.

- **Plan de auditoría:** descripción de las actividades y de los detalles acordados de una auditoría.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES

3.1. Áridos

Conceptos Generales

Los agregados son material inerte de relleno, muy importante para la mezcla. No forman parte de la reacción química que causa que la pasta de cemento se endurezca. La importancia en el uso del tipo y de la calidad correcta del agregado no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del hormigón (70% a 85% de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía del hormigón. (Editorial Prensa Técnica, 2012)

3.2. Caracterización

Los agregados finos generalmente consisten en arena natural o piedra triturada con la mayoría de sus partículas menores que 5 mm. Los agregados gruesos en una o en la combinación de gravas o piedras trituradas con partículas predominantemente mayores que 5mm y generalmente entre 9.5mm y 37.5mm. Algunos depósitos naturales de agregado, llamados de gravas de mina, consisten en grava y arena que

se pueden usar inmediatamente en el hormigón, después de un procesamiento mínimo. La grava y la arena naturales normalmente se excavan o dragan de la mina, del río, del lago o del lecho marino. La piedra triturada se produce triturando la roca de cantera, roca redondeada, guijarros o gravas grandes. La escoria de alto horno enfriada al aire y triturada también se usa como agregados fino y grueso.

Los agregados deben cumplir con algunas normas para que su uso en ingeniería se optimice: deben ser partículas limpias, duras, resistentes, durables y libres de productos químicos absorbidos, revestimiento de arcilla u otros materiales finos en cantidades que puedan afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. La cantidad deseable de aire, agua, cemento y agregado fino (o sea el mortero) debe ser cerca del 50% al 65% del volumen absoluto (45% a 60% de la masa) del hormigón para que se tenga una consolidación adecuada. Los agregados redondeados, como las gravas, requieren cantidades un poco menores, mientras que agregados triturados requieren cantidades un poco más elevadas. El contenido de agregado fino es normalmente del 35% al 45% de la masa o volumen del contenido total de agregado.

Un hormigón que contenga agregados finos y gruesos bien gradados y proporcionados requerirá menos pasta de cemento para cubrir las partículas de agregado y será más económico que una mezcla pobremente gradada. La gradación está dada por la granulometría del

agregado. La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través del análisis de los tamices. El tamiz de 3/8 de pulgada (0.95 centímetros) es el punto de división entre agregado grueso y fino. El agregado fino pasa por este tamiz y el agregado grueso será retenido. Es verdad que la correcta gradación de ambos agregados es importante, pero la gradación del agregado fino presenta un efecto mayor en la calidad del hormigón tanto en colocado como en acabado. Mezclas con arena muy fina o con exceso de arena, requieren de más agua y podrían ser demasiado pegajosas, dificultando el acabado. En cambio, mezclas con bajo contenido de finos, podrían permitir un sangrado excesivo o causar acabados toscos.

El tamaño máximo del agregado grueso está normalmente determinado por los requerimientos específicos de la obra. Como regla general, su tamaño máximo será menor a $\frac{1}{4}$ del espacio entre encofrados laterales, $\frac{3}{4}$ el espacio entre los hierros de refuerzo o $\frac{1}{3}$ de la profundidad del losa en el suelo.

3.3. Formas de Extracción

La extracción de los áridos es la actividad que implica el movimiento y sustracción de arenas, rocas u otros materiales útiles y aplicables a la construcción.

Existen diversas formas de extracción, dentro de las cuales podemos mencionar.

- **BANCOS DE SEDIMENTACIÓN:** la extracción de arenas y rocas se realizan a través de maquinarias ubicadas en las riberas de los ríos o cursos de agua.
- **CAUCE DE RÍO:** se realizan dentro del cauce de un río, extrayendo el material excedente, producto del arrastre de las aguas.
- **CANTERA:** este tipo de actividad se basa principalmente en la explotación de macizos rocosos o formaciones geológicas basadas en el uso de explosivos. (Sotomayor, 2009)

Procesamiento de los áridos

Luego de ser extraído el material pétreo debe someterse a un proceso, cuyo fin es lograr las características finales de los áridos para su posterior utilización.

Este proceso se inicia con el traslado del material a la zona de tratamiento de los áridos. Los áridos son transportados en camiones tolvas el cual deposita el material en acopios, donde quedan a la espera de ser tratados.

- ✓ **Trituración y molienda.-** Esta etapa del proceso tiene como objetivo disminuir el tamaño de las partículas.

Para iniciar esta etapa, el material es transportado por un cargador frontal y depositado a un buzón.

Luego el material pasa por un sistema de bandas transportadoras. Al iniciar el recorrido de los áridos por las cintas transportadoras, se retira todo elemento distinto a un material pétreo; principalmente maderos, metales u otros presentes en la zona de extracción.(LAFARGE, 2010)

Clasificación de agregados

La clasificación de los agregados para concreto generalmente se hace desde el punto de vista de su procedencia, tamaño y densidad.

- **CLASIFICACION SEGÚN SU PROCEDENCIA**

Pueden ser naturales o artificiales. Los agregados naturales se obtienen de la explotación de depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Los agregados artificiales son los que se obtienen a partir de procesos industriales, tales como arcillas expandidas, escorias de alto horno Clinker y limaduras de hierro entre otros.

- CLASIFICACION SEGÚN SU TAMAÑO

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ANÁLISIS DE TAMIZADO PARA AGREGADO GRUESO Y FINO C-136.- La forma más empleada para clasificar los agregados naturales es según su tamaño, el cual varía desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros en sección transversal. La distribución de tamaños se conoce con el nombre de granulometría. (Alatorre, 2010)

El contenido de arcilla y limo en una mezcla de concreto es un factor que se debe limitar porque cuando hay un exceso de las mismas hace que sean mayores los requerimientos de agua y pueden restar adherencia entre el agregado grueso y la pasta de cemento.

Tabla 1: Tamizado para agregado grueso

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS EN (mm)	Denominación corriente	CLASIFICACION COMO AGREGADO PARA CONCRETO
<0.002 0.002-0.074 (N°200)	ARCILLA LIMO	FRACCION MUY FINA
0.075-4.76 (N°200)-(N°4)	ARENA	AGREGADO FINO
4.76-19-.1 (N°4)-(3/4")	GRAVILLA	AGREGADO GRUESO
19.2-50.8 (3/4")-(2")	GRAVA	
50.8-152.4 (2")-(6")	PIEDRA	
>152.4 (6")	PIEDRA BOLA	

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Aparatos

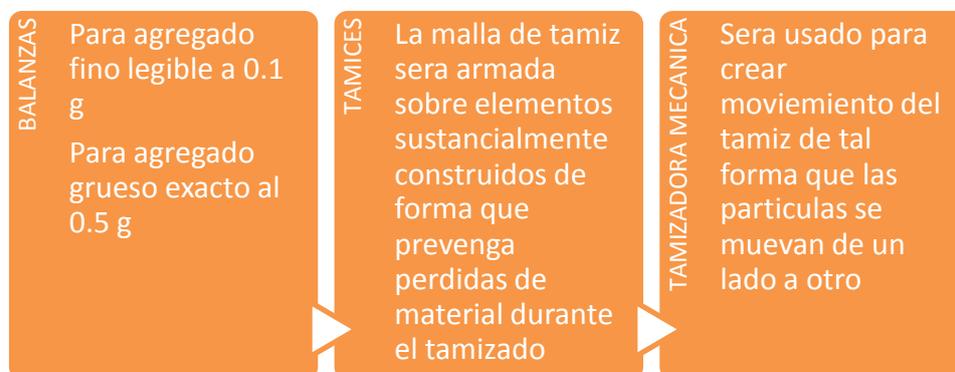


Figura 31: Equipo para clasificación de agregados gruesos
Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

- **CLASIFICACION SEGÚN SU DENSIDAD**

Según su densidad que es la propiedad que relaciona la cantidad de masa con el volumen que ocupa se pueden clasificar tanto los agregados naturales como los artificiales y se hace en tres diferentes categorías como se muestra en la siguiente tabla. (Campos, 2009)

Densidad absoluta

Se denomina a la relación entre la masa de las partículas y su volumen absoluto el cual incluye exclusivamente el volumen de masa solida o sea se excluyen todos los poros saturables y no saturables.

$$DENSIDADABSOLUTA = \frac{Ps}{Vm - Vp}$$

Dónde:

- Ps: masa seca de la masa m
- Vm: Volumen ocupado por la masa m
- Vp: Volumen de los poros(saturables y no saturables)

Densidad nominal

Es la relación que existe entre la masa de las partículas y el volumen nominal que es el que ocupan las partículas de ese material incluyendo los poros no saturables.

$$DENSIDADNOMINAL = \frac{Ps}{Vm - Vps}$$

Dónde:

- Ps: masa m
- Vm: Volumen ocupado por la masa m
- Vp: Volumen de los poros saturables

Densidad aparente

Se denomina densidad aparente a la relación entre la masa de las partículas y su volumen aparente que incluye el volumen de los poros saturables y no saturables que hay dentro de las partículas.

$$DENSIDADNOMINAL = \frac{Ps}{Vm}$$

Dónde:

- Ps: masa m.
- Vm: Volumen ocupado por la masa m.

Esta medida es una característica poco variable en el tiempo y en el espacio y por lo general en los agregados pétreos de masa normal oscila entre 2.3 gr/cm² y 2.8 gr/cm² según la roca de origen.

Lavado

En esta fase se debe eliminar toda sustancia que perjudica la adherencia entre árido y cemento. Toda presencia de arcilla, lodo u otra sustancia debe eliminarse para asegurar la calidad de los áridos. Para la limpieza de las arenas, se utiliza el tornillo lavador de arena.

Luego del lavado de arenas, se elimina el material fino mediante un sistema de tuberías el cual las desvía al río.

Almacenamiento

Los áridos son mantenidos en silos o en acopios. Siendo el método más usado los acopios, donde los áridos son expuestos al aire libre, separados según el tamaño de las partículas.

La altura de acopio no debe superar una altura de 5m. Para evitar la inestabilidad de éste.

Propiedades de los agregados

Las propiedades de los agregados dependen en gran parte de la calidad de la roca madre es posible conocer sus propiedades por medio de ensayos de laboratorio.

Criterios para la elección de agregados

Debido a que las propiedades de los agregados empleados en la elaboración de concreto afectan las características de este, es importante seleccionarlos cuidadosamente teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ Carácter del trabajo
- ✓ Condiciones climáticas
- ✓ Factores que afectan la durabilidad

Toma de muestras y recepción del producto

Los ensayos para determinar las propiedades de agregados se practican sobre pequeñas muestras que deben ser representativas de la

totalidad de los agregados, razón por la cual se tiene que tomar precauciones que permitan afirmar con cierto grado de confianza que las propiedades de la pequeña muestra son las que presenta el resto de los agregados.

El muestreo se define como la operación de remoción de una parte conveniente en tamaño para el ensayo de un todo que es de un volumen mucho más grande de forma tal que la proporción y distribución de las calidades al ser ensayadas son las mismas en la parte removida y el volumen total.

De igual importancia para obtener muestras no representativas es asegurar que el manejo y envío de las muestras se lleve a cabo de manera que no ocurra la contaminación o degradación de las calidades del material y que la identificación de las muestras se mantenga todo el tiempo.

En ocasiones se vuelve necesario muestrear materiales para agregados en condiciones no cubiertas. Cuando se encuentran estas condiciones todas las partes (incluyendo el productor) deben reunirse y acordar el plan de muestreo a ser empleado. En cualquier caso es importante que el técnico tenga siempre presente que la muestra debe ser representativa y tome algunas precauciones para que los resultados de los ensayos tengan un alto grado de confianza. Un ejemplo de un

procedimiento cuidadoso consiste en usar cucharón en lugar de pala para evitar que partículas de algunos tamaños se caigan al levantar la pala.(LAFARGE, 2010)

La muestra principal está compuesta por varias porciones tomadas de diferentes partes del todo. El número mínimo de estas partes llamadas incrementos es de 10 y su masa combinada no debe ser menor que las cantidades de la tabla indicada para partículas de diferentes tamaños. No obstante si la muestra es variable o esta segregada se deberá tomar más incrementos y por consiguiente la muestra será mayor.

Masas mínimas de las muestras para ensayos

TAMAÑO MAXIMO mm	MASA MINIMA DE LA MUESTRA kg
<5	13
5-25	25
>25	50

Figura 32: Masas mínimas de las muestras para ensayos
Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Formación de la muestra para el laboratorio

Como se puede apreciar en el (grafico 28) la muestra principal puede ser bastante grande especialmente cuando es necesario conocer las

propiedades del agregado grueso de modo que es necesario reducirla antes del ensayo.

En todas las etapas de reducción es preciso retener el carácter representativo de la muestra con el objeto de que la ensayada tenga las mismas propiedades de la principal y en consecuencia las del agregado general.

Existen 3 formas de reducir el tamaño de la muestra cada una de las cuales resulta división de esta en partes similares.

1. SEPARADOR MECANICO **METODO A**
2. PARTICIÓN POR CUARTOS **METODO B**
3. MUESTREO DE PEQUEÑAS MUESTRAS **METODO C**

Práctica normalizada para la reducción de muestras de agregados utilizadas en ensayos C 702

Separador mecánico método A

Obtener muestras de agregado en el campo de acuerdo con la practica D75 o como sea requerido para métodos de ensayos individuales. Cuando se analiza mediante tamices el tamaño de la muestra de campo esta listado en la práctica D75 es usualmente utilizado.

Cuando ensayos adicionales deber ser realizados el usuario deberá satisfacer el tamaño de la muestra tomada en campo siendo esta la adecuada para realizar todos los ensayos.

El separador de muestras deberá tener un número de rampas con un ancho igual pero nunca menor que ocho rampas para agregados gruesos o doce rampas para agregado fino. Para agregado gruesos o mezclas de agregados el ancho mínimo de las rampas individuales deberá ser aproximadamente el 50 % más grande que la partícula más grande en la muestra a ser separada.

Para agregado fino en estado seco para los cuales la muestra entera deba pasar el tamiz de 9.5 mm se deberá utilizar un separador que deberá tener rampas de 12.5 a 20 mm de ancho.

Partición por cuartos método B

La muestra principal se mezcla hasta que tenga aspecto uniforme en el caso de agregado fino se humedece para evitar segregación. El material se amontona en forma de cono y a continuación se resuelve con una pala para formar de nuevo un cono. Esto se repite 2 veces depositando siempre el material en la cúspide del cono de modo que la

caída de partículas se distribuya uniformemente sobre la circunferencia de la base.

El siguiente paso consiste en aplanar el cono y dividirlo en cuartos. Se descartaran dos opuestos para que los otros dos formen la muestra o si todavía es demasiado se reduce mediante una nueva repartición. Es importante hacerlo cuidadosamente para que todo el material fino quede incluido en el cuarto correspondiente.

Muestreo de pequeñas muestras método C

Este método solo se utiliza para muestras de arena saturada y consiste en seguir los pasos iniciales de cuarteo para formar un cono, el cual es aplanado con la plata hasta lograr un espesor y diámetro uniforme, de forma tal que cada cuadrante contenga una muestra representativa del material. La muestra se obtiene seleccionando y extrayendo con una cuchara por lo menos 5 porciones de material aleatoriamente de diferentes lugares de la pila miniatura.

3.4. Cemento

Reseña Histórica

El avance que ha tenido en último siglo la tecnología permite contar con varias clases de cemento, los cuales están diseñados para proporcionar propiedades adecuadas para la producción de las

diferentes tipos de concreto. Es por esto que se hace necesario conocer y manejar sus bondades en beneficio de obtener mezclas económicas y de buen desempeño.

Desde comienzos de siglo empezó del desarrollo de la fabricación de este producto en Colombia. En 1905 se puso en marcha de la primera planta de cemento Portland, esta pertenecía a Cementos Samper y estaba localizado en Panamá. Su producción era de 10 toneladas diarias, que eran suficientes para satisfacer la escasa demanda de la época, y se fue incrementando a medida que aumentaba la industria de la construcción.

Orden cronológico del cemento

1824:	<ul style="list-style-type: none"> James Parker, Joseph Aspdin patentan al Cemento Portland, materia que obtuvieron de la calcinación de alta temperatura de una Caliza Arcillosa.
1845	<ul style="list-style-type: none"> Isaac Johnson obtiene el prototipo del cemento moderno quemado, alta temperatura, una mezcla de caliza y arcilla hasta la formación del "clinker".
1868:	<ul style="list-style-type: none"> Se realiza el primer embarque de cemento Portland de Inglaterra a los Estados Unidos.
1871:	<ul style="list-style-type: none"> La compañía Coplay Cement produce el primer cemento Portland en lo Estados Unidos.
1904:	<ul style="list-style-type: none"> La American Standard For Testing Materials (ASTM), publica por primera vez sus estándares de calidad para el cemento Portland.
1906:	<ul style="list-style-type: none"> En C.D. Hidalgo Nuevo Leon se instala la primera fabrica para la producción de cemento en Mexico, con una capacidad de 20,000 toneladas por año.
1992:	<ul style="list-style-type: none"> CEMEX se considera como el cuarto productor de cemento a nivel MUNDIAL con una producción de 30.3 millones de toneladas por año.

Figura 33: Orden cronológico del cemento

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

3.5. Fabricación

3.5.1. Acopio de Crudo Para elaborar Cemento

En la cantera se obtienen las principales materias primas para la fabricación del cemento. El material obtenido pasa a las trituradoras, generalmente de mandíbulas, donde este será triturado hasta alcanzar el tamaño final de 20 a 25 mm, aunque a veces se llegue a los 3 ó 5 mm en sucesivas etapas de machaqueo; de esta manera se facilita el trabajo posterior de los molinos. Por economía de transporte, la fábrica se situará cerca de la cantera. Es habitual el uso de cinta transportadora para llevar el material triturado a la fábrica.(LAFARGE, 2010)



Figura 34: Silos verticales para cemento

Fuente: www.indumix.net

Trituración

En la trituración de materias primas el material que ingresa debe ser reducido de tamaño para su posterior almacenaje con el fin de que

en la mezcla correcta todos estos materiales ingresen a la molienda de crudo; el tamaño máximo lo determina el tipo de molino para el crudo (capacidad del molino de crudo). La tecnología de la trituración está gobernada por leyes físicas que integran masa, velocidad, energía cinética y gravedad; en general el número de etapas de trituración requeridas es determinado por el rango de reducción deseado y la abrasividad de la roca. Para lograr este rango de reducción usualmente se necesitan dos o más fases de trituración (primaria, secundaria, terciaria) y el tipo de trituradora depende de factores como abrasividad, pegajosidad, producción (ton/h), tamaño de la alimentación y consumo de energía.



Figura 35: Trituradora para cemento

Fuente: www.trituradoras-machacadora.mx

Se pueden definir hasta 3 etapas de trituración:

- **Primaria:** Se refiere a la máquina de reducción que continúa el proceso luego de la voladura, con un tamaño máximo a la salida de 8 a 10 pulgadas y una mínima cantidad de finos.

- Secundaria: Es la siguiente etapa de reducción luego de la trituración primaria. Generalmente se obtienen tamaños de salida máximos de 4 pulgadas.
- Terciaria: Cuando es requerido un producto con partículas finas (entre ½ y 2 pulgadas, tamaño menor a lo especificado en la apertura de salida)
- Como parte final de esta etapa, el material es llevado a través de bandas transportadoras a las salas de almacenamiento para la formación de pilas que serán el lugar de origen para la siguiente fase del proceso.

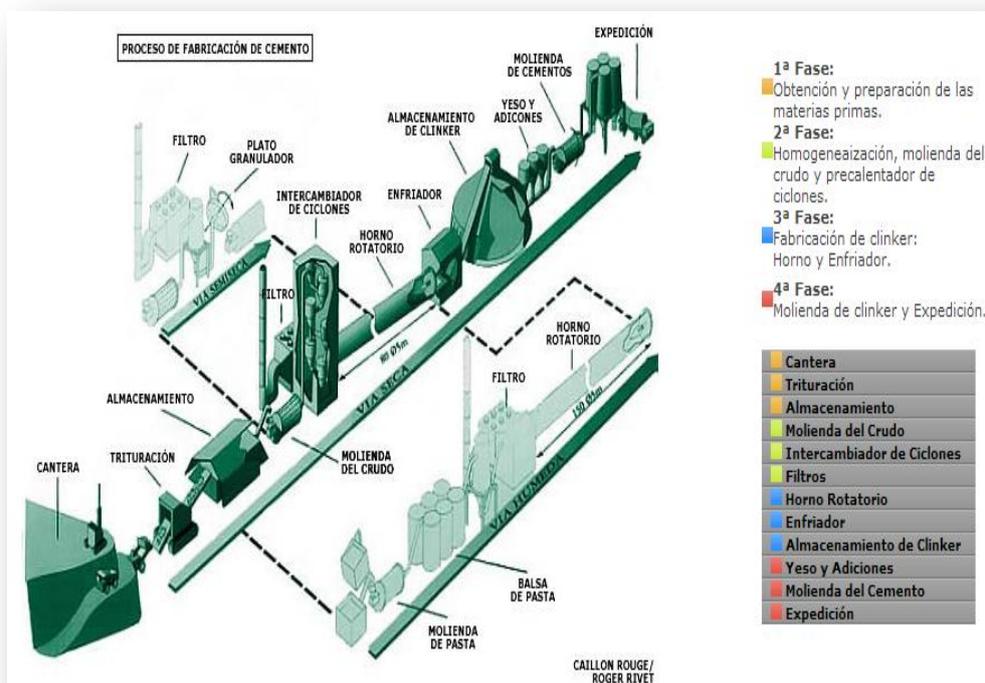


Figura 36: Proceso de fabricación del cemento

Fuente: www.cementosdeandalucia.org

Pasos para el almacenamiento

1. Explotación de materias primas

De las canteras de piedra se extrae la caliza y la arcilla a través de barrenación y detonación con explosivos, cuyo impacto es mínimo gracias a la tecnología empleada.

2. Transporte de materias primas

Una vez que las grandes masas de piedra han sido fragmentadas, se transportan a la planta en camiones o bandas.

3. Trituración

El material de la cantera es fragmentado en los trituradores, cuya tolva recibe las materias primas, que por efecto de impacto y/o presión son reducidas a un tamaño máximo de una y media pulgadas.

4. Pre homogenización

El pre homogenización es la mezcla proporcional de los diferentes tipos de arcilla, caliza o cualquier otro material que lo requiera.

5. Acopio de materias primas

Cada una de las materias primas es transportada por separado a silos en donde son dosificadas para la producción de diferentes tipos de cemento.

6. Molienda de materia prima

Se realiza por medio de un molino vertical de acero, que muele el material mediante la presión que ejercen tres rodillos cónicos al rodar sobre una mesa giratoria de molienda. Se utilizan también para esta fase molinos horizontales, en cuyo interior el material es pulverizado por medio de bolas de acero.

7. Homogenización de harina cruda

Se realiza en los silos equipados para lograr una mezcla homogénea del material.

8. Calcinación

La calcinación es la parte medular del proceso, donde se emplean grandes hornos rotatorios en cuyo interior, a 1400°C la harina se transforma en Clinker, que son pequeños módulos gris oscuros de 3 a 4 cm.

9. Molienda de cemento

El Clinker es molido a través de bolas de acero de diferentes tamaños a su paso por las dos cámaras del molino, agregando el yeso para alargar el tiempo de fraguado del cemento.

10. Envase y embarque del cemento

El cemento es enviado a los silos de almacenamiento; de los que se extrae por sistemas neumáticos o mecánicos, siendo transportado a donde será envasado en sacos de papel, o surtido directamente a granel. En ambos casos se puede despachar en camiones, tolvas de ferrocarril o barcos.(Moreno, 2011)

3.5.2. Clinkerización

Es una unión de hornos que tienen un sistema de precalentamiento donde los gases calientes de la combustión van preparando el material para su cocción hasta que alcanza la temperatura de Clinkerización de 1400 C donde se producen las reacciones que transforman los minerales en el Clinker de cemento. Finalmente el Clinker pasa por un sistema de parrillas de enfriamiento.

Las principales reacciones químicas que intervienen en el proceso de producción de Clinker dan lugar a la formación de minerales sintéticos diferentes: FASES de silicatos, aluminatos y ferritos de calcio que le darán las propiedades hidráulicas al cemento.

3.5.3. Enfriamiento del Clinker

El material transformado en Clinker (que sale del horno en forma de bolas, los cuales tienen una dimensión que va de 30 a 40 mm y con una temperatura entre 1200 °C Y 1400 °C) debe ser enfriado rápidamente a 70 °C para garantizar que el cemento fabricado, después de fraguado, no presente cambio de volumen.

Los diferentes tipos de enfriadores que existen en el mercado tienen en común hacer pasar corrientes de aire frío a través del Clinker. Estas innovaciones incluyen el motor hidráulico y la trituradora de rodillos, así como el CSS (soporte compacto oscilante) sin desgaste.

El enfriador Claudius Peters de última generación, incorpora un sistema de transporte de alta eficacia. Con un número de piezas sustancialmente menor y sin elementos de transporte en el lecho del Clinker, los costes de mantenimiento y el desgaste de componentes se han reducido de forma espectacular.

Lo que todos los enfriadores de Clinker tiene en común es el flujo directo de aire de enfriamiento— a través del Clinker y que el aire caliente en su totalidad o en parte sirve como aire secundario para la combustión en el horno. El enfriamiento del Clinker influye sobre su estructura, composición mineralógica, y con ello sobre las propiedades del cemento que con él se fabrique.

Importancia del enfriamiento del Clinker

- ✓ El Clinker al rojo no es transportable.
- ✓ El Clinker caliente influye desfavorablemente en la molienda del cemento.
- ✓ El aprovechamiento del contenido térmico del Clinker caliente disminuye los costes de producción.
- ✓ Un proceso de enfriamiento adecuado perfecciona las propiedades del cemento.

Velocidad de enfriamiento del Clinker

- ✓ La velocidad de enfriamiento del Clinker influye en la relación entre fase cristalina y vítrea del Clinker. Por enfriamiento lento, casi todos los componentes cristalizan, mientras que el enfriamiento rápido frena la formación de cristales y, por ello, una

parte del fundido se solidifica en estado vítreo. El enfriamiento rápido impide además el crecimiento de los cristales.

Consideraciones en el horno

El horno debe funcionar de modo que se alcance:

- ✓ Una descarga de Clinker uniforme;
- ✓ Un Clinker con distribución granulométrica uniforme;
- ✓ Una temperatura constante en la zona de cocción;
- ✓ Una cocción con aire en condiciones invariables.

Prescindiendo del tipo de enfriador, es importante la medición y control de las siguientes variables para la vigilancia de su funcionamiento:

- ✓ Temperatura del Clinker a la descarga del horno;
- ✓ Temperatura del aire secundario;
- ✓ Temperatura final del Clinker a la salida del enfriador.

3.5.4. Almacenamiento del Clinker

Es bastante común almacenar el Clinker de cemento en pilas a cielo abierto o en edificios cubiertos, pero no completamente

cerrados. La molestia del polvo va asociada al almacenado abierto y se acepta como inevitable. La capacidad de almacenaje debe corresponder a la producción prevista para unos 15 – 20 días.



Figura 37: Silos de almacenamiento del clinker

Fuente: www.lanotadigital.com

Son varias las formas de construcción que se han intentado en función de la capacidad de almacenaje planeada, el subsuelo y las condiciones generales del sitio. No obstante, en cada caso es esencial tener la mayor capacidad efectiva y asegurarse de un eficiente vaciado.

Con respecto al llenado y vaciado de los silos de Clinker de cemento hay que asegurarse de que estas operaciones se cumplan de un amañera uniforme y regular, en la medida de lo posible, a fin de

evitar una carga desigual (ladeada) sobre las paredes y las fundaciones.

El material corrientemente utilizado para la manipulación tal como los elevadores de cangilones, verticales o inclinados, transportadores de láminas articuladas sirve para conducir el Clinker a las estructuras de almacenado y para su distribución uniforme en dichas estructuras.

Además de los silos, otros varios tipos de locales cerrados, clasificables como “naves” o “hangares”, se usan para el almacenamiento de Clinker de cemento, y donde lo permitan los condicionamientos ambientales, el almacenado en pilas a cielo abierto es una forma alternativa de almacenaje. En este caso, no obstante, son necesarias precauciones para evitar una excesiva formación de polvo.

3.5.5. Almacenamiento del Cemento antes de despacho

El tiempo durante el cual puede ser almacenado antes de utilizarse, depende principalmente del lugar y las condiciones del clima.

El cemento almacenado a granel en un silo en buenas condiciones puede durar en buen estado alrededor de tres meses, sin embargo, el cemento en sacos de papel triple puede perder cerca del 20% de la resistencia al cabo de 4 0 6 semanas.

El cemento en sacos puede dañarse por el aire húmedo, así también por la exposición directa con el agua o debido a un almacenamiento prolongado o en condiciones húmedas donde se puede presentar el fraguado por aire. Este ocurre cuando el vapor presente en el aire se va filtrando lentamente a través del papel y es absorbido por el cemento, causando una reacción parcial.

Como regla general, el cemento grueso que no puede pulverizarse fácilmente entre los dedos, no debe utilizarse para concreto estructural. De cualquier manera, el cemento fraguado por aire que se considere utilizable, habrá perdido algo de resistencia y deberá incrementarse del 10 al 20% la cantidad de cemento en la mezcla, para compensar esta pérdida.

El almacenamiento del cemento a granel es preferible al del empacado en sacos, por ser el primero más barato permitir que el cemento más viejo se gaste primero, además, no requiere personal para descargar y evita tanto el desperdicio por rotura por sacos como el fraguado por aire.



Figura 38: Silos para cemento
Fuente: Caracas.olx.com.ve

3.5.6. Envasado y Despacho

El cemento se puede despachar en bolsas o a granel. Las bolsas pueden ser de papel o polipropileno. Por otra parte, el transporte a granel se hace en depósitos metálicos, que pueden ser herméticos y, en tal caso, se descargan con inyección de aire, o bien, en recipientes que se descargan por volteo. También se usan contenedores de fibra o plástico, denominados Big Bag o maxi sacos.

En pequeñas obras donde el cobertizo no esté disponible, los sacos se deben colocar sobre plataformas de madera elevadas (pallet) sobre el suelo.

Las coberturas impermeables deben cubrir toda la pila y extenderse para allá de los bordes de la plataforma para prevenir que la lluvia llegue hasta al cemento y a la plataforma.

En el momento del uso, el cemento debe fluir libremente y no debe poseer grumos. Si estos no se rompen fácilmente, se debe ensayar el cemento antes de que se lo emplee en trabajos importantes. Se deben hacer ensayos (pruebas) de resistencia y pérdida de ignición, siempre que haya cualquier duda en cuanto a la calidad del cemento.

Para el envase y despacho de cemento existen máquinas envasadoras automáticas con sistemas aplicadores automáticos también, obteniendo un rendimiento mayor y un ambiente libre de polvo. El cemento es despachado desde la planta ya sea en sacos de papel o al granel.

Desde los silos, el cemento es extraído neumática y mecánicamente por aerodeslizadores y por elevadores para ser llevados a una tolva; luego pasarán por una zaranda para la eliminación de cualquier objeto no deseado o tamaño no deseado del grano, así el cemento es ensacado y todo el polvo generado va hacia los filtros.

Los sacos son transportados por bandas hacia las paletizadoras automáticas y montacargas llevan los pallets de sacos de cemento a su lugar de almacenamiento.

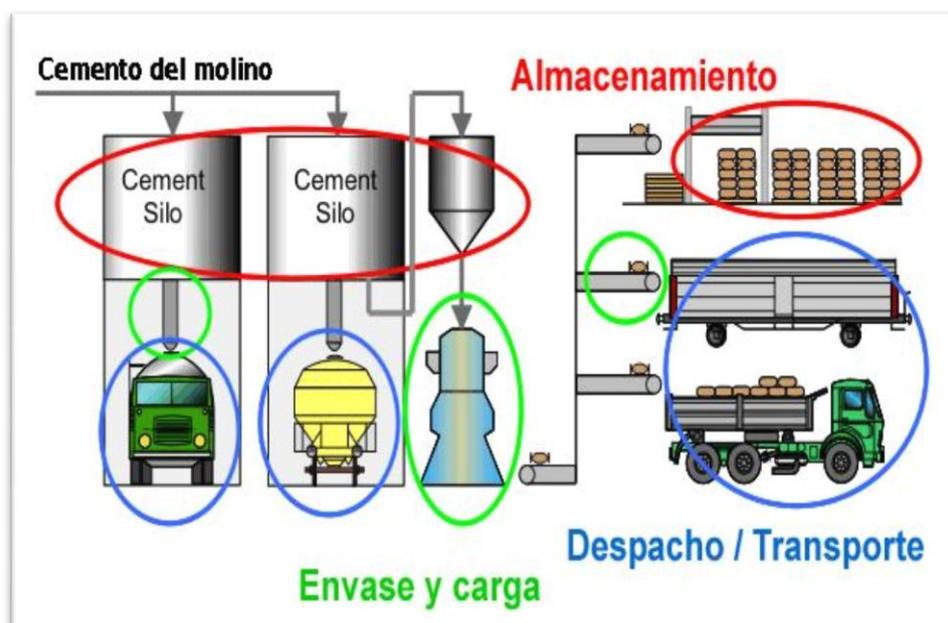


Figura 39: Proceso de almacenamiento y despacho del cemento
Fuente: www.cruzazul.com.mx

3.5.7. Control de calidad del Cemento

1. Obtención de la consistencia normal del cemento hidráulico (norma ASTM C187)

La determinación de la consistencia normal de los cementos se basa en la resistencia que opone la pasta de cemento a la penetración de la sonda de un aparato normalizado

Preparación:

- ✓ La temperatura de la sala se mantendrá entre 18 y 27°C.
- ✓ La humedad relativa de la sala será superior o igual a 50%.
- ✓ La temperatura del agua de amasado será de $23 \pm 2^\circ\text{C}$.
- ✓ Los materiales y aparatos usados en la preparación del mortero deberán estar a una temperatura de 18 y 27°C.

Muestras

- Mezclado manual:
 - Colocar la superficie lisa de material no absorbente en forma de anillo, 500 gr de cemento a ensayar.
 - Colocar el cemento en el centro del anillo y una determinada cantidad de agua, y con ayuda de la espátula mezclar cemento de las esquinas hacia el centro, sin demorar más de 30seg en este proceso.
 - Durante un nuevo intervalo de 30seg extender el cemento seco de los costados del cono sobre la mezcla para reducir la pérdida por evaporación y provocar la absorción del agua y revolver luego fuertemente con la espátula hasta completar 5 min, con todos desde el momento de agregar el agua.

Mezclado a máquina:

- Mezclar 500 gr de cemento con una cantidad de agua en un recipiente de una mezcladora mecánica según el siguiente procedimiento.
 - ✓ Colocar toda el agua para la mezcla en el recipiente
 - ✓ Agregar el cemento al agua y dejar transcurrir 30 segundos para que se absorba el agua
 - ✓ Hacer funcionarla mezcladora a velocidad lenta (140 ± 5 r.p.m.) durante 30 segundos.
 - ✓ Detener la mezcladora durante 15 segundos y durante ese tiempo raspar la pasta que queda en los bordes del recipiente y agregar esto al total.
 - ✓ Hacer andar la mezcladora a velocidad rápida (285 ± 10 r.p.m.) y mezclar durante 1 min.

Procedimiento

- ✓ Después de terminado el mezclado (manual o a máquina) colocar la pasta de cemento en el molde, sin efectuar presión, hasta enrasarla con la ayuda de la espátula.

- Colocar el molde con la pasta sobre la placa de vidrio y centrarlo debajo del aparato de vicat; colocar el extremo de la sonda de tetmayer en contacto con la superficie de la pasta y fijar el tornillo sujetador.
- Llevar el indicador a coincidir con la marca superior 0 de la escala o con una lectura inicial determinada, y soltar la sonda.
- El aparato debe estar libre de toda vibración durante el ensayo. La pasta tendrá consistencia normal, cuando la sonda se detiene a 6 ± 1 mm sobre el fondo del molde, 30 segundos. Después, soltarla. Se confeccionara pastas con distintas proporciones de agua hasta obtener la consistencia normal.
- Efectuar solo 1 ensayo con cada porción de agua.

Reportes

Calcular la cantidad de agua necesaria para obtener una pasta de consistencia normal y como porcentaje en peso del cemento seco, con aproximación de 0,1.(NORMA ASTM C187, 2010)

2. Determinación de la resistencia a la compresión en morteros de cemento (Norma ASTM C-190):

- ✓ Todo el personal que va a trabajar en esta actividad deberá ser entrenado y calificado.
- ✓ El personal tiene que utilizar equipo de protección para esta actividad.
- ✓ La herramienta tiene que ser limpiada después de cada uso.

Preparación

- ✓ Elaborar morteros normalizados una parte de cemento para 2.75 partes de arena normalizada gradada en masa. La cantidad de agua para cementos dependerá de que produzcan un flujo de 110 ± 5 .

Mezclas

- ✓ Colocar la paleta y el tazón secos en posición de mezclado.
- ✓ Introducir el material dentro del tazón.
- ✓ Añadir la cantidad total de arena lentamente durante un periodo adicional de 30seg, mientras se mezcla a velocidad baja.

- ✓ Determinar la mezcladora y aumentar a velocidad de 285 ± 10 rpm.
- ✓ Determinar el flujo y colocar el mortero nuevamente en el tazón.
- ✓ Mezclar nuevamente por un lapso de 15 seg a velocidad de 285 ± 10 rpm.
- ✓ Dejar que el mortero repose por un intervalo de 90 segundos sin cubrirlo.

Procedimiento para la determinación de la resistencia a la compresión de los morteros de cemento.

- ✓ Ensayar las muestras después de haber sido removidas del agua con cal.
- ✓ Ensayar las muestras irguiéndose de las siguientes tolerancias permisibles.

Tabla 2: Tolerancias permisibles para determinar resistencia

24 horas	$\pm 1/2$ hora
3 días	± 1 hora
7 días	± 3 horas
28 días	± 12 horas

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

- ✓ Secar las muestras hasta la condición de superficie seca y remover cualquier grano de arena o incrustación de las caras que estarán en contacto con los bloques de apoyo en la máquina de ensayo.
- ✓ Verificar periódicamente que las caras estén lisas y planas con la ayuda de una regla.
- ✓ En la prensa universal se realizara la compresión de morteros, esta debe contar con sus respectivos accesorios para rotura de morteros, se aplicara la carga en las caras de la muestra que estuvieron en contacto con las superficies planas o lateralmente del molde.
- ✓ Colocar la muestra en la máquina de ensayo, bajo el centro del bloque de apoyo superior.
- ✓ Bajar el bloque apoyo superior sobre la esfera hasta que entre en contacto uniforme con la cara de la muestra.
- ✓ Aplicar un incremento de carga en un cambio relativo de movimiento entre las placas superiores e inferior correspondiente aun carga sobre la muestra con un rango de 900 a 1800 N/s.
- ✓ Calcular la resistencia a la compresión.
- ✓ Reportar la resistencia aproximado a 0.1 MPa.

Reportes

- ✓ Reportar el flujo con una aproximación de 1%.
- ✓ Reportar la cantidad de agua con una aproximación de 0.1%
- ✓ El promedio de la resistencia de la misma mezcla y a la misma edad se reportara con una aproximación de 0.1MPa.(NORMA ASTM C190-85 , 2010)

3. Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico por medio de la aguja del aparato VICAT (NORMA ASTM C 191)

Condicionamientos

- ✓ Temperatura y humedad
- ✓ La temperatura de la sala se mantendrá entre 18 y 27°C.
- ✓ La humedad de la sala será superior o igual a 50%.
- ✓ La temperatura del agua de amasado será de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Los materiales y aparatos usados en la preparación del mortero deberán estar a una temperatura entre 18 y 27°C.
- ✓ La cámara húmeda estará construida de tal modo que pueda conservarse en ella una humedad relativa superior o igual a 90% y la temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Preparación de la muestra

- ✓ Preparar la pasta de cemento de consistencia normal y colocarla en el molde.
- ✓ El molde con la pasta de cemento deberá permanecer en la cámara húmeda y se sacará durante el tiempo necesario para hacer las mediciones.

Procedimiento

- ✓ Colocar el molde con la pasta debajo de la aguja del aparato de vicat, colocar el extremo de la aguja en contacto con la superficie de la pasta y fijar el tornillo.
- ✓ Hacer coincidir el indicador con la marca superior 0 de la escala con una lectura inicial determinada y soltar el dispositivo móvil.
- ✓ El aparato debe estar libre de vibraciones durante el ensayo.
- ✓ Hacer mediciones sucesivas cada 10 minutos a distancias iguales o superiores de 10 mm del borde interior del molde y a 5 mm entre ellas.
- ✓ Limpiar completamente la aguja después de cada medición.
El cemento ha alcanzado el principio de fraguado cuando la aguja se detenga a 4 ± 1 mm sobre el fondo del molde 30 segundos después de haber soltado el dispositivo móvil.

- ✓ La determinación del tiempo de fraguado final se hará con la probeta invertida. La inversión se hará cuando la pasta esté suficientemente rígida.
- ✓ El cemento ha alcanzado el final de fraguado cuando solo la aguja deja una impresión y no el borde circular del accesorio. Los tiempos de fraguado inicial y final se computan desde el instante en que se inicia el mezclado de la pasta de cemento.
- ✓ Los tiempos de fraguado, inicial y final, se expresan en horas y minutos, con aproximación a 10 min.(NORMA ASTM C191-13, 2010)

4. Determinación de la finura del cemento hidráulico por el aparato de permeabilidad al aire (NORMA ASTM C 240-00)

Calibración

Los tamices que se emplearán en este método se calibrarán con una muestra patrón.

La diferencia entre los porcentajes de los residuos en los ensayos de la muestra y de la muestra patrón será la corrección que se aplicará con su signo correspondiente.

Procedimiento

➤ Tamizado manual

- Pesar una porción de masa, m, 50 g de cemento.
- Colocar esa porción sobre el tamiz limpio y seco de 0,210; 0,149; 0,088 ó 0,074 mm de abertura nominal y montada sobre su fondo correspondiente.
- Ejecutar el tamizado con movimientos suaves, durante 3 a 4 minutos hasta que casi toda la fracción de material fino haya pasado a través del tamiz y el residuo parezca suficientemente limpio.
- Colocar la tapa al tamiz y retirar el fondo. Sostener firmemente en una mano el tamiz con su tapa y golpear suavemente con el mango de la brocha para desprender el polvo adherido al tamiz y escobillar con la brocha el lado inferior de él. Vaciar el fondo, limpiar cuidadosamente con un paño, volver a colocar el tamiz sobre su fondo y retirar la tapa. Cualquier partícula gruesa de cemento que haya quedado adherida a la tapa durante el período en que se golpeó el tamiz se devolverá a él.
- Continuar el tamizado descubierto durante 5 a 10 min con movimiento suave evitando derramar el residuo y mantenerlo esparcido en el tamiz. Rotar el tamiz continuamente durante el

tamizado. Este tamizado abierto se continúa durante 9 o más minutos pero sin prolongarlo demasiado. Colocar la tapa y limpiar. Después de esta operación no deberá quedar polvo en cantidad apreciable en el residuo, en el tamiz ni en el fondo.

- Continuar el ensayo durante 1 minuto sujetando el tamiz con el fondo y la tapa en una mano, en posición ligeramente inclinada y mover hacia adelante y hacia atrás en el sentido del plano de inclinación golpeando simultáneamente el lado del tamiz con la palma de la otra mano alrededor de 150 veces por minuto.
- Ejecutar el tamizado sobre un papel blanco y toda partícula que caiga sobre el papel se devolverá al tamiz. Girar el tamiz en $1/6$ de vuelta después de cada 25 golpes y siempre en la misma dirección.
- Continuar la operación de tamizado hasta que una porción de material inferior o igual a 0,05 g pase a través del tamiz en un minuto de tamizado continuo. Transferir el residuo al platillo de una balanza pasando la brocha con cuidado sobre ambos lados de la tela del tamiz para asegurar que no queden residuos adheridos.

Resultado

Calcular la finura del cemento según la expresión siguiente

$$F = 2 R + C$$

En donde:

F finura del cemento expresada como porcentaje del residuo en el tamiz considerado.

R = peso, g, del residuo en el tamiz considerado.

C = corrección del tamiz. Calibración con su signo correspondiente.

5. Muestro del cemento (NORMA ASTM C 183)

Extracción de muestras.- En algunos casos es necesario extraer muestras representativas de cemento de las obras para obtener datos sobre probable envejecimiento, etc.

Muestras

Cemento en sacos:

De cada partida seleccionar al azar el número de bolsas indicadas en la tabla.

Tabla3: Tabla para seleccionar el # de sacos de cemento

< 100	3
101 a 500	5
>500	0.01* N (aproximado al número entero superior)

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Cemento a granel

Obtener muestras individuales con el tubo saca muestras de modo que resulten representativas. Preparar a lo menos una muestra para cada laboratorio de 15 Kg por cada 150.000 Kg o fracción menor de cemento.

Muestras de laboratorio

- Las muestras individuales obtenidas se mezclan íntimamente y se dividirá en tres partes iguales de a lo menos 5 Kg cada una.
- Se colocaran en envases metálicos o plásticos llenos, completamente sellados y cerrados.
- Las tres fracciones corresponderán: una muestra para cada parte y la tercera se guardará para contra ensayos.
- Cada envase deberá quedar perfectamente identificado.

- La muestra que se quiere estudiar es, en general una muestra media. Debe ser representativa del lote del cual pertenece; debe ser por ello, extraída de diferentes puntos de este lote. Las tomas, cuya masa total no debe pasar de algunos kilogramos son juntadas y homogeneizadas. Se recomienda hacerlas pasar, previamente por un tamiz cuya abertura de malla es de 1 mm a fin de eliminar los grumos (causados por la humedad) y los residuos accidentales del machaqueo (trozos de bolas, etc.).(NORMA ASTM C183-13, 2010)

3.6. Hormigón

Origen

El Hormigón se produce a partir de un diseño de mezcla que consiste en la selección de los componentes disponibles como son cemento, agregados, agua y aditivos además de su dosificación en cantidades relativas para producir tan económicamente como sea posible una masa volumétrica con el grado requerido de manejabilidad que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las propiedades de resistencia, durabilidad, masa unitaria, estabilidad de volumen y apariencia adecuadas. Se ha convertido en el material de construcción más ampliamente utilizado a nivel mundial en razón a su extraordinaria versatilidad en cuanto a las formas que se pueden obtener sus

propiedades físicas y mecánicas para ser usado como elemento estructural.

El hormigón ha alcanzado importancia como material estructural debido a que puede adaptarse fácilmente a una gran variedad de moldes, adquiriendo formas arbitrarias, de dimensiones variables, gracias a su consistencia plástica en estado fresco. (Neville, 2010)

3.6.1. Conceptos Generales

Cemento

El cemento es un polvo fino que al combinarse con el agua tiene la capacidad de unir fuertemente elementos sólidos inertes como las piedras. Por tal motivo se emplea en las construcciones de edificios y de carreteras. El componente fundamental del cemento es el clínker, producto de la cocción de materiales naturales como cal (65 %), sílice (25 %), alúmina (10 %) y óxidos de hierro y de magnesio (1-3 %).

Cuando el cemento entra en contacto con el agua, se hidrata, dando lugar a una serie de transformaciones fisicoquímicas que se manifiestan con el fraguado (endurecimiento progresivo de la masa) y más tarde con el endurecimiento (la masa continúa endureciéndose,

muy rápidamente, durante los primeros días y luego de manera más lenta). (Arredondo, 1972)

Agua

Agua para el cemento:

El agua un compuesto fundamental para la elaboración de concreto y montero debido a que desempeña una función importante en estado fresco y endurecido. Generalmente se hace referencia a su papel en cuanto a la cantidad para proveer una a relación agua/cemento acorde con las necesidades de trabajabilidad y resistencia, pero es evidente, que para usarla en el lavado de agregados, en la preparación de la mezcla o durante el curado del concreto, no solamente su cantidad es importante, sino también su calidad química física.(Soria, 1972)

Se va a citar de la Norma ASTM D -1129 las definiciones de los términos más frecuentes:

- ✓ Acidez: capacidad de los medios acuosos de reaccionar con los iones OH.
- ✓ Alcalinidad: capacidad de los medios acuosos de reaccionar con los iones H.
- ✓ Análisis de control: determinación de los parámetros específicos usados como criterio para las operaciones propias de un sistema.

- ✓ Cloro residual: cantidad disponible de cloro presente en agua a cualquier tiempo especificado.
- ✓ Dureza: concentración de cationes polivalentes de agua. Generalmente calcio y magnesio.
- ✓ Partes por millón (ppm): Unidad química equivalente a la cantidad en masa del soluto que hay en un millón de unidades de masa de la solución.
- ✓ Partículas en suspensión: materia no líquida dispersada heterogéneamente del agua.
- ✓ pH: Logaritmo negativo de la actividad del ion hidrogeno en solución acuosa.
- ✓ Sedimento: depósito de agua formada por sedimentos.
- ✓ Sólidos disueltos: materia dispersa en agua formada una sola fase homogénea.
- ✓ Turbidez: reducción de transparencia de una muestra debida a la presencia de materia particular.

Características del agua

Agua de lavados de agregados

Es la utilización durante el proceso de trituración para retirar impurezas y excesos de finos presentes en los conglomerados de los que provienen, así como las partículas muy finas formadas durante la trituración. Debe ser lo suficientemente limpia como para no introducir

contaminación a los materiales procesados como puede ser exceso de partículas en suspensión, especialmente materia orgánica o sales, que posteriormente afectan la calidad del concreto producido con estos.(Carrasco, 2010)

Agua de mezclado

Cantidad de agua que requiere el concreto por unidad de volumen para que se hidraten las partículas del cemento y para proporcionar las condiciones de manejabilidad adecuada que permitan la aplicación y el acabado del mismo en el lugar de la colocación en el estado fresco.

Agua de curado

Agua que no debe contener sustancias agresivas para el hormigón endurecido o las armaduras, durante los primeros días de vida de la estructura.

Agua de contacto

Agua que no debe contener sustancias agresivas para el hormigón endurecido o las armaduras, durante el resto de la vida en servicio de la estructura.

Utilización de aguas no potables

Las aguas no potables podrán utilizarse, si además de cumplir con los requisitos establecidos, cumple con:

- Las impurezas no alteren las propiedades del concreto, ni del acero de refuerzo.
- El agua debe de ser limpia y libre de cantidades nocivas de ácidos, aceites, etc.
- Las proporciones de la mezcla se basará en resultados de ensayos de resistencia de concretos, que ha sido preparado con agua de la fuente elegida.

Agua de mar

Al utilizar agua de mar en el concreto, deberá conocerse el contenido de sales solubles. El proyectista y el supervisor serán los que darán la autorización para usar agua de mar.

Prohibiciones del agua de mar

- Concreto pre esforzado
- Concretos cuya resistencia a la compresión a los 28 días sea mayor de 175kg/ cm².

- Concretos con elementos de aluminio o fierro galvanizado embebidos.
- Concretos preparados con cementos con altos contenido de óxidos de alúmina.
- Concretos expuestos.
- Concretos masivos.
- Concretos colocados en climas cálidos.
- Concretos expuestos a la brisa marina.(NORMA IRAM 1601:1986, 2004)

Áridos

Los agregados finos generalmente consisten en arena natural o piedra triturada con la mayoría de sus partículas menores que 5 mm. Los agregados gruesos en una o en la combinación de gravas o piedras trituradas con partículas predominantemente mayores que 5mm y generalmente entre 9.5mm y 37.5mm. Algunos depósitos naturales de agregado, llamados de gravas de mina, consisten en grava y arena que se pueden usar inmediatamente en el hormigón, después de un procesamiento mínimo. La grava y la arena naturales normalmente se excavan o dragan de la mina, del río, del lago o del lecho marino. La piedra triturada se produce triturando la roca de cantera, roca redondeada, guijarros o gravas grandes.

La cantidad deseable de aire, agua, cemento y agregado fino (o sea el mortero) debe ser cerca del 50% al 65% del volumen absoluto (45% a 60% de la masa) del hormigón para que se tenga una consolidación adecuada. Un hormigón que contenga agregados finos y gruesos bien gradados y proporcionados requerirá menos pasta de cemento para cubrir las partículas de agregado y será más económico que una mezcla pobremente gradada. Es verdad que la correcta gradación de ambos agregados es importante, pero la gradación del agregado fino presenta un efecto mayor en la calidad del hormigón tanto en colocado como en acabado.

El tamaño máximo del agregado grueso está normalmente determinado por los requerimientos específicos de la obra. Como regla general, su tamaño máximo será menor a $\frac{1}{4}$ del espacio entre encofrados laterales, $\frac{3}{4}$ el espacio entre los hierros de refuerzo o $\frac{1}{3}$ de la profundidad del losa en el suelo.

Aditivos

Los aditivos son tan viejos como el concreto. Se sabe que durante el imperio romano se empezó a adicionar sustancias tales como sangre y leche de animales a los materiales cementantes y así mejorar las propiedades y aumentar la durabilidad.

Definición

Son aquellos ingredientes del hormigón o mortero que además del agua, agregados, cemento hidráulico son adicionados a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado.

Uso de aditivos

Se utilizan con el objeto de modificar las propiedades del Hormigón en estado fresco durante el fraguado o en estado endurecido para hacerlo más adecuado según el trabajo o exigencia dada y para que cumpla requisitos y especificaciones particulares de cada tipo de estructuras. Las características logradas mediante el uso de aditivos que en muchos casos no se pueden lograr por otros métodos o en forma tan económica son las siguientes:

- Reducción del costo de la construcción de concreto.
- Aumentar el costo de la construcción de concreto.
- Asegurar la calidad del concreto en condiciones ambientales severas durante las etapas de mezclado, transporte, colocación y curado.

La efectividad del aditivo depende del tipo, la marca, cantidad de cemento, cantidad de agua, la forma, la granulometría y proporción de

los agregados el tiempo de mezclado el asentamiento y las temperaturas del concreto y del aire.(Melo, 2010)

Propiedades del concreto con aditivos

Generalmente el concreto con aditivos es más durable, resistente y la experiencia indica que se agrieta menos que un concreto fresco durante el fraguado y en estado endurecido se enumeran a continuación y serán estudiadas en los capítulos de concreto en estado fresco y endurecido.



Figura 40: Propiedades de los aditivos

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

3.6.2. Características del Hormigón

El hormigón debe ser plástico y generalmente capaz de ser moldeado a mano. En una mezcla plástica de concreto todos los granos de arena y las partículas de grava o piedra son envueltos y sostenidos en suspensión. Los ingrediente no son propensos a la segregación durante el transporte y cuando el concreto se endurece se transforma en una mezcla homogénea. Durante la colocación el concreto de consistencia plástica no se desmorona al contrario fluye lentamente sin segregarse.

Es necesaria una mezcla plástica para la resistencia y el mantenimiento de la homogeneidad durante el manejo y la colocación.

✓ **Mezclado**

El mezclado es una combinación de elementos que desempeñan un rol importante dentro del proceso de tiempo, velocidad y capacidad de los componentes y aditivos a utilizarse. Al fabricar un hormigón se debe tomar en cuenta el tipo de hormigón que se desea obtener, para que vaya a ser usado y que resistencia se necesita.

Con estas referencias sabemos qué tipo de agregado aditivo vamos a necesitar para producir una mezcla que satisfaga la necesidad requerida.

Las mezcladoras correctamente operadas y conservadas garantizan un intercambio de materiales de extremo a extremo a través de la acción del girado y mezclado del volumen del concreto sobre sí mismo.

✓ **Trabajabilidad**

Se entiende por trabajabilidad aquella propiedad del concreto al estado no endurecido, lo cual determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad así como para ser acabado sin que se presente segregación.

Se involucra en las características físicas de sus elementos como son agregados gruesos y finos también como la cantidad de aditivos que se incorpore dando fluidez y plasticidad a la mezcla.

El grado de trabajabilidad del concreto se controla por los métodos de colocación tipo de consolidación y tipo de concreto.

Los factores que influyen son:

- Método y duración del transporte
- Características del material cementante
- Consistencia del Hormigón
- Tamaño forma y textura de los agregados finos y gruesos
- Aire incluido
- Cantidad de agua
- Temperatura del hormigón
- Cantidad de aditivos

✓ **Asentamiento**

En cuanto el hormigón queda en reposo después de colocarlo y compactarlo dentro del espacio se inicia un proceso natural mediante el cual los componentes más pesados como el cemento y los agregados tienden a descender caso contrario con el agua que por ser menos denso tiende a subir a estos fenómenos simultáneos se les llama respectivamente asentamiento.

El asentamiento se lo mide con el **MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL REVENIMIENTO EN EL CONCRETO A BASE DE CEMENTO HIDRÁULICO ASTM C 143** que consiste en una muestra de concreto recién

mezclada se coloca y se compacta con una varilla dentro de un molde en forma de cono truncado. Se levanta el molde dejando que el concreto se asiente. Se mide la distancia vertical entre la altura original y la desplazada en el centro de la superficie superior del concreto y se reporta como el revenimiento del concreto.

✓ **Consolidación**

Es el proceso de compactación del concreto fresco en el que se elimina gran cantidad de aire atrapado con el fin de evitar efectos perjudiciales como:

- BAJA RESISTENCIA
- AUMENTO DE LA POROSIDAD
- MENOR DURABILIDAD

En el caso de aplicar una mezcla en una obra de mayor amplitud se debe usar aparatos mecánicos como los vibradores o reglas vibratorias estos permiten mover las partículas del concreto recién mezclado reducen el rozamiento entre ella y lograr así más movilidad para lo cual se aplica la **NORMA ASTM C-172 PRACTICA ESTANDAR PARA EL MUESTREO DEL CONCRETO RECIEN MEZCLADO**, esta norma está destinada a

proporcionar los requisitos y procedimientos estándar para tomar muestras de concreto fresco recién mezclado en los diferentes contenedores utilizados en la producción o transportación del concreto. Los detalles de los requerimientos para los materiales mezclas contenido de aire temperatura número de especímenes revenimiento interpretación de resultados precisión.

✓ **Fraguado y endurecido**

El endurecimiento del concreto depende de la lechada o pasta formada por el cemento y el agua. El cemento de acuerdo a sus componentes y como consecuencia de la hidratación da características propias del concreto como fraguado y resistencia.

Dentro del proceso general de endurecimiento se presenta un estado en el que la mezcla pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejarla; tal estado corresponde al fraguado inicial con tiempos de 45 a 60 minutos y a medida que se produce el endurecimiento normal la mezcla presenta una nueva consistencia alcanzando un valor muy apreciable este estado se denomina fraguado final el mismo que se realiza en un aproximado de 10 horas.

✓ **Curado**

Es el proceso de protección del hormigón el mismo que hace posible el endurecimiento de la mezcla en condiciones óptimas pudiéndose esperar un buen comportamiento físico y mecánico.

Es importante mantener la proporción adecuada de agua para que el cemento de la mezcla continúe hidratándose y la temperatura no afecte la resistencia temprana en las que pueda desarrollarse las propiedades de resistencia y durabilidad para las que fue diseñado.

✓ **Resistencia**

La resistencia a la compresión puede estar definida como:

- La medida máxima de carga axial a especímenes de concreto
- La relación agua /cemento es un parámetro importante ya que a medida que disminuye este porcentaje la resistencia aumenta significativamente.

A la resistencia se la cuantifica normalmente así:

- 28 días de fundido el hormigón: 100 %
- 7 días normalmente se estima: 75%

- 56 a 90 días alcanza: 10 a 15 % más de la resistencia de los 28 días.

✓ **Durabilidad**

Es la capacidad que tiene la estructura durante su vida útil para conservar sus condiciones: físicas, químicas y ambientales, sometida a la degradación de su material por diferentes efectos de cargas y sollicitaciones. Los factores que afectan la durabilidad del concreto son aquellos que producen el deterioro del mismo.

3.6.3. Control del hormigón fresco

La calidad del hormigón depende de la calidad de la mezcla y del agregado y obviamente de la unión de los dos. La calidad del hormigón endurecido es fuertemente influenciada por la cantidad de agua usada con relación a la cantidad de cemento. Cuando grandes cantidades de agua son innecesariamente empleadas ellas diluyen la pasta de cemento.

Las ventajas de la disminución de la cantidad de agua son:

- Aumento de la resistencia a la compresión de la resistencia a flexión

- Disminución de la permeabilidad y aumento de la estanquidad
- Aumento de la resistencia a la intemperie
- Mejor unión entre concreto y armadura
- Reducción de la contracción y de la fisuración
- Menores cambios de volumen causado por el humedecimiento y el secado

Norma ASTM: C31.- Práctica estándar para la fabricación y curado en campo de especímenes de concreto para ensayo.

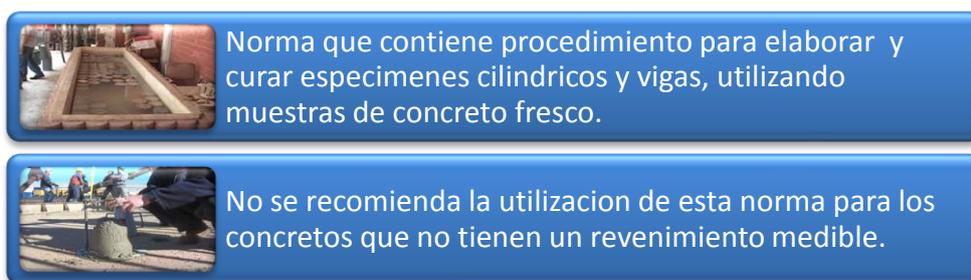


Figura 41: Descripción de la Norma ASTM: C31

Fuente: www.astm.org

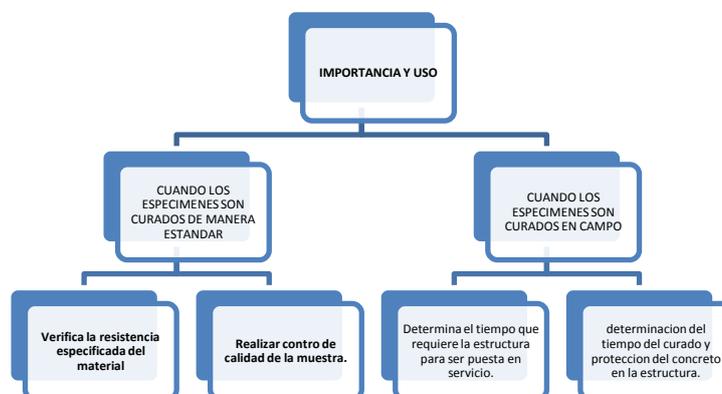


Figura 42: Importancia y uso de a Norma ASTM C31

Fuente: www.astm.org

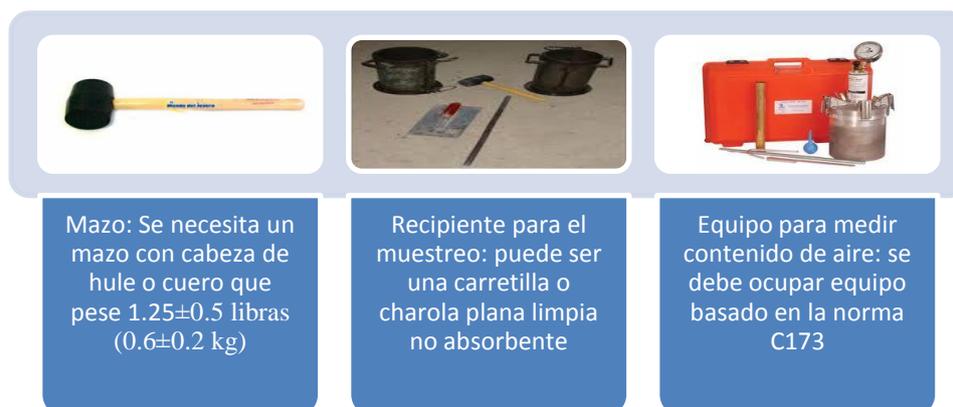


Figura 43: Equipos para la norma ASTM C31

Fuente: www.astm.org

Requisitos para los ensayos

Los especímenes para determinar la resistencia a la compresión o tensión diametral deben ser cilindros moldeados y fraguados con las siguientes características:

- En espécimen estándar debe ser un cilindro de 6*12 pulgadas (150*300mm) cuando el tamaño nominal máximo del agregado grueso no exceda de dos pulgadas (50mm). El diámetro del cilindro tiene que ser tres veces el diámetro nominal máximo del agregado grueso en el concreto.
- Para vigas la longitud debe ser por lo menos de 2 pulgadas (50mm) mayor que tres veces el peralte. La relación entre el ancho y el peralte no debe exceder en 1.5. la viga estándar debe ser de 6*6 pulgadas (150*150mm) en su sección transversal.

Procedimiento para cilindros

- Cuando se requiera más de una inserción por capa, distribuya la inserción uniformemente dentro de capa. Deje que el vibrador penetre en todo el espesor de la capa que se va a vibrar y que se introduzca en la capa inferior aproximadamente 1 pulgada (25mm).
- Después de que cada capa haya sido vibrada, golpee ligeramente el exterior del molde por lo menos 10 veces con el mazo.

Curado

Curado inicial

- El espécimen deben ser almacenados por un periodo de 48 horas en un rango de temperatura de 60 y 80°F (16 y 27°C) y en un medio ambiente que evite la pérdida de humedad de los especímenes.
- Para mezclas de concreto con una resistencia especificada de 6000 psi (40Mpa) la temperatura de curado inicial debe estar entre 68 y 78°F (20 y 26°C).

Curado final

- Al finalizar el curado inicial y dentro de los 30 minutos siguientes a la remoción de los moldes, cúrense los especímenes en una condición húmeda manteniendo agua libre en las paredes del cilindro todo el tiempo a una temperatura de $73\pm 3^{\circ}\text{F}$ ($23\pm 2^{\circ}\text{C}$). Usando tanques para almacenar agua o cuartos húmedos.

Norma ASTM: C138

Método de ensayo estándar para determinar por medio del método gravimétrico el peso unitario, volumen producido y contenido de aire en el concreto.



Este método de ensayo trata sobre la determinación de la densidad del concreto recién mezclado y proporciona fórmulas para el cálculo del rendimiento, el contenido de cemento y el contenido de aire del concreto.



El rendimiento se define como el volumen de concreto producido a partir de una mezcla de cantidades conocidas de los materiales componentes.

Figura 44: Introducción para la norma ASTM C138

Fuente: www.astm.org

Equipo



Balanza. balanza de precisión de 0.1 lb. (45g) o 0.3%

Varilla de Apisonamiento. Las varilla de acero redonda , con los extremos de apisonamiento o ambos, redondeado en forma hemisférica. diametro de la varilla (5/8 pulgadas o 16mm) longitud de la varilla (20pulgadas o 500mm).

Vibrador Interno : Se necesita un vibrador con una frecuencia de al menos 7000 vibraciones por minuto.

Recipiente para medir: un recipiente cilindrico de acero u otro metal adecuado con una capacidad mínima de 1.4lts.

Figura 45: Equipos para la Norma ASTM C138

Fuente:www.astm.org

Procedimiento

Apisonamiento

- Coloque el concreto en tres capas.
- Apasioné cada capa con 25 golpes de varilla en el recipiente de 1.4lts. y con 50 golpes en recipientes de (28lts) y un golpe por cada 3 pulgadas cuadradas de superficie para recipientes más grandes.

- Para las dos capas superiores penetre aproximadamente 1 pulgada (25mm). después de apisonar golpee suavemente los lados del recipiente de 10 a 15 veces con el mazo.

Vibración interna

- Coloque dos capas aproximadas iguales.
- Inserte el vibrador en tres puntos distintos de cada capa.
- Al compactar la capa superior el vibrador debe penetrar en la capa inferior aproximadamente una pulgada (25mm).
- Al completar la consolidación del concreto, el recipiente no debe contener un exceso de concreto. Un exceso de concreto de aproximadamente 1/8 de pulgada (3mm) por encima del tope del recipiente es lo óptimo.
- Después de la compactación remueva el exceso de concreto de la superficie superior y termínela suavemente con la placa de perfilado dejando el recipiente lleno y nivelado.
- Después de aplanar limpie todo el concreto del exterior del recipiente y determine la masa del concreto.

Cálculos

- DENSIDAD (PESO UNITARIO):

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

De donde:

M_c = masa del recipiente de medición lleno de concreto

M_m = masa del recipiente de medición.

V_m =Volumen del recipiente de medición.

- Rendimiento:

$$Y (yd^3) = \frac{M}{D * 27}$$

$$Y (m^3) = \frac{M}{D}$$

De donde:

M =masa total de todos los materiales de la mezcla lb o kg.

D = densidad (peso unitario) del concreto kg/m^3

- Rendimiento relativo: Es el cociente del volumen real de concreto obtenido respecto al volumen de diseño.

$$R_y = \frac{Y}{Y_d}$$

De donde:

Y =rendimiento, volumen de concreto producido por la mezcla yd^3 o m^3

Y_d = volumen de concreto de la mezcla que fue diseñada para producir.

- Contenido de aire

$$A = \left(\frac{T - D}{T} \right) * 100$$

De donde:

T=Densidad teórica del concreto calculado libre de aire

Yd= volumen de concreto de la mezcla que fue diseñada para producir.

Precisión

- Revenimiento: Varía de 3 a 6 pul (75 a 150 mm)
- Densidades: Varía de 115 a 155 lb/pie³ (1842 a 2483 kg/m³)

Precisión un solo operador

- La precisión es de 0.65 lb/pie³ (10.4 kg/m³).

Precisión varios operadores

- La precisión es de 0.82 lb/pie³ (13.1 kg/m³) en 1s.(NORMA ASTM C148, 2010)

Norma ASTM: C143

Método de ensayo estándar para determinación de revestimiento en el concreto a base de cemento hidráulico.

Se expresa en el procedimiento de la siguiente figura

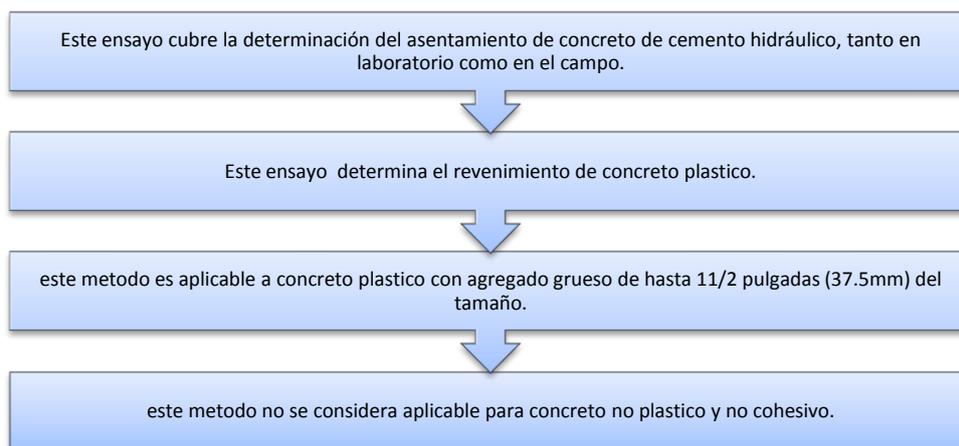


Figura 46: Introducción para la norma ASTM C143

Fuente: www.astm.org

Equipo

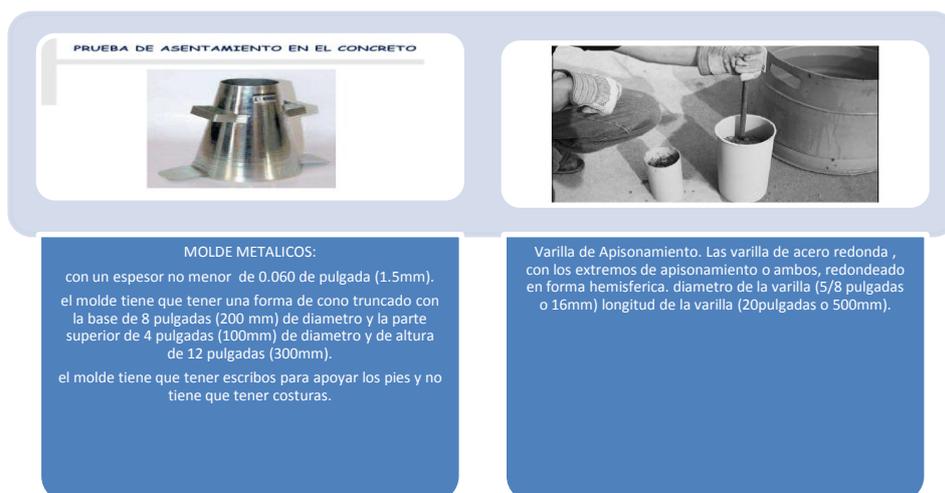


Figura 47: Equipo para la norma ASTM C143

Fuente: www.astm.org

Procedimiento

- Humedezca el molde y colóquelo en la superficie plana no absorbente y húmeda.
- Sostener el molde firmemente en el lugar durante el llenado por el operador quien tiene que mantener los pies sobre los estribos.
- Llène inmediatamente el molde en tres capas cada una $1/3$ del volumen del molde.
- Compacte cada capa con 25 golpes de la varilla de apisonamiento.
- Al llenar y compactar la capa superior haga que el concreto exceda la capacidad del molde antes de empezar a varillar.
- Después de haber varillado la capa superior proceda al enrase y rodamiento de la varilla de apisonamiento.
- De inmediato retire el molde levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. Levante el molde una altura de 12 pulgadas (300mm) en 5 ± 2 segundos. Con un movimiento ascendente uniforme sin movimiento laterales.

Nota: La prueba se tiene que realizar sin interrupciones en un periodo máximo de dos y medio minutos.

- De inmediato mida el revenimiento determinando la diferencia vertical entre la parte superior del molde y el centro original

desplazado de la parte superior del espécimen. Si ocurriera la caída evidente de una porción deseche la prueba y haga una nueva prueba.



Figura 48: Ensayo de asentamiento

Fuente: www.imcyc.com

Para tener una prueba de buenos resultados se necesita que el valor de los revenimiento este en un rango de 1 pulgada (25mm) a 6.5pulg (160mm).

Norma ASTM: C173

Método de ensayo estándar para determinar por el método volumétrico en contenido de aire del concreto recién mezclado.

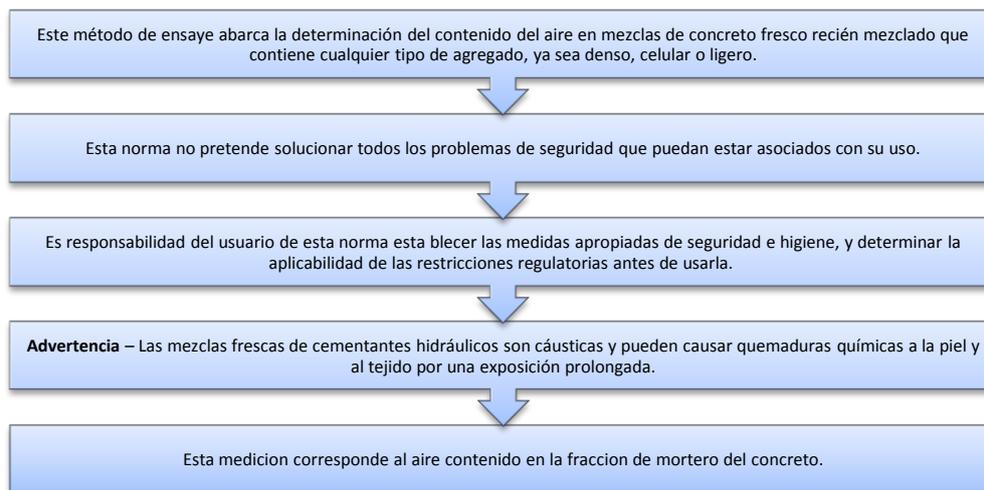


Figura 49: Introducción para la norma ASTM C173

Fuente: www.astm.org

Equipo

		
<p>MEDIDOR DE AIRE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un medidor de aire integrado por un recipiente y una sección superior, el material no deberá ser atacado por el cemento, ni deformarse o agrietarse a bajas temperaturas. • dimensiones: tiene que tener un diámetro de 1 a 1.25 veces de altura. • debe estar equipado con un cuello de vidrio o plástico transparente, graduado con incremento no mayores de 0.5% desde 0 en la parte superior hasta 9% más y con una precisión de $\pm 0.1\%$ del volumen del recipiente. 	<p>EMBUDO: Un embudo de metal cuyo conducto tenga un tamaño tal que permita insertarlo a través del cuello de la sección superior y un largo suficiente para llegar a un punto justo arriba del fondo de la sección superior.</p>	<p>VARILLA DE COMPACTACION: Una varilla recta de $5/8 \pm 1/6$ de pulgada (16 ± 2mm) de largo y con los extremos redondeados en forma semiesférica del mismo diámetro.</p>



Figura 50: Equipo para la norma ASTM C173

Fuente: www.astm.org/DATABASE.

Procedimiento

- Mojar la parte interior del tazón y séquelo hasta que tenga una apariencia húmeda pero no brillante.
- Utilizando el cucharon pequeño llene el recipiente de medición con concreto fresco en dos capas de igual profundidad. Apisone cada capa con 25 penetraciones de la varilla de compactación no golpear el fondo del tazón con mucha fuerza.

- Golpee con el mazo los lados del recipiente de medición de 10 a 15 veces para cerrar cualquier hueco que haya dejado la varilla de apisonado.
- Después de compactar y apisonar la segunda capa, quite el exceso de concreto con la barra engrasadora.
- Fije la sección superior al tazón e inserte el embudo. Agregue al menos 0.5 litros de agua seguido por la cantidad seleccionada del alcohol isopropilo. Ajuste el nivel del líquido hasta que la parte inferior del menisco este a nivel con la marca cero.
- Desplace el volumen de aire del espécimen de concreto utilizando estos procedimientos:
- Libere el concreto de la base. Voltee rápidamente el medidor sacuda la base horizontalmente y vuelva el medidor a la posición vertical. Repita el procedimiento por un mínimo de 45 segundos.
- Usando la mano en el cuello del medidor y la otra en el patín incline la parte superior del Mantenga esta posición durante el desarrollo del procedimiento descrito en esta sección. Usando la mano que está en el borde, haga girar vigorosamente el medidor 1/4 ó 1/2 giro hacia delante y hacia atrás, varias veces, iniciando y deteniendo el giro bruscamente. Gire la base del medidor 1/3 de giro y repita el procedimiento de giro como se explicó anteriormente. Continúe con este procedimiento de giros durante 1 minuto aproximadamente. Se deben escuchar los áridos que se deslizan dentro del medidor.

- Ponga la unidad en posición vertical y suelte la parte superior (la tapa) hasta que la presión se estabilice. Deje el medidor en esta posición hasta que el aire suba y el nivel del líquido se estabilice. El nivel del líquido se considera estable cuando no cambia en más del 0,25% de aire en un período de 2 minutos.
- Si es que demora más de 6 minutos que el líquido se estabilice o si hay más espuma que la equivalente al 2% por sobre el líquido en la escala de medición, deseche la prueba e inicie un nuevo ensayo a partir de 6.1. Use mayor cantidad de alcohol que en la prueba inicial.
- Lea el contenido de aire indicado. Si esta lectura no ha cambiado en más del 0,25% de aire con respecto a la "nueva lectura inicial", anótela como la lectura final del medidor
- Desarme el aparato. Debe vaciar la base y examinar el contenido para asegurarse que no haya porciones de hormigón apretado y sin perturbar en la base. Si quedan porciones de hormigón sin perturbar, el ensayo no es válido.

Norma ASTM: C1064

Método de ensayo estándar para la medición de temperatura del concreto recién mezclado con cemento portland.

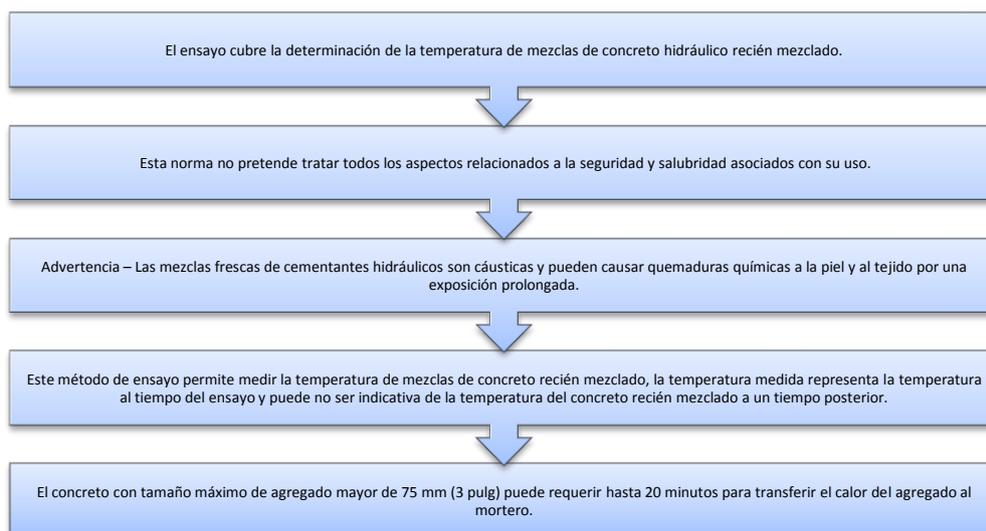


Figura 51: Introducción a la Norma ASTM C1064

Fuente: <http://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C1064C1064M-11-SP.htm>

Equipo



Figura 52: Equipo para la Norma ASTM C1064

Fuente: www.astm.org/DATABASE.

Calibración del aparato medidor de temperatura

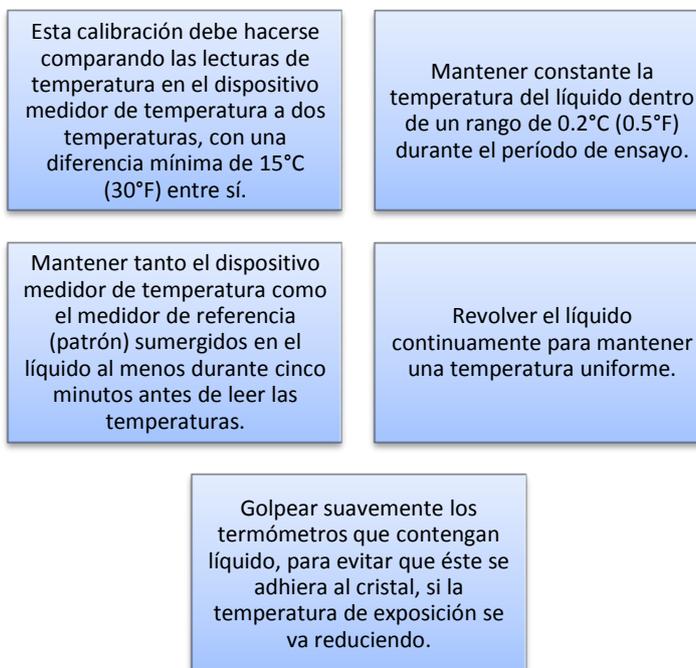


Figura 53: Calibración para el equipo de la Norma ASTM C1064

Fuente: <http://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C1064C1064M-11-SP.htm>

Procedimiento

- ✓ Colocar el dispositivo medidor de temperatura, de modo que el sensor de temperatura esté sumergido al menos 75 mm (3 pulgadas) en el concreto recién mezclado. Presionar suavemente la superficie del concreto alrededor del dispositivo medidor de temperatura, para cerrar los vacíos provocados por la inmersión y para que la temperatura del aire circundante no afecte la medición.

- ✓ Dejar el dispositivo medidor de temperatura en la mezcla de concreto recién mezclado por un período mínimo de dos minutos, pero no más de cinco minutos; entonces leer y registrar la misma, con una aproximación de 0.5°C (1°F). No retirar del concreto el dispositivo, cuando haga la lectura.(NORMA ASTM C1046)

Norma ASTM: C172

Práctica estándar para el muestreo del concreto recién mezclado

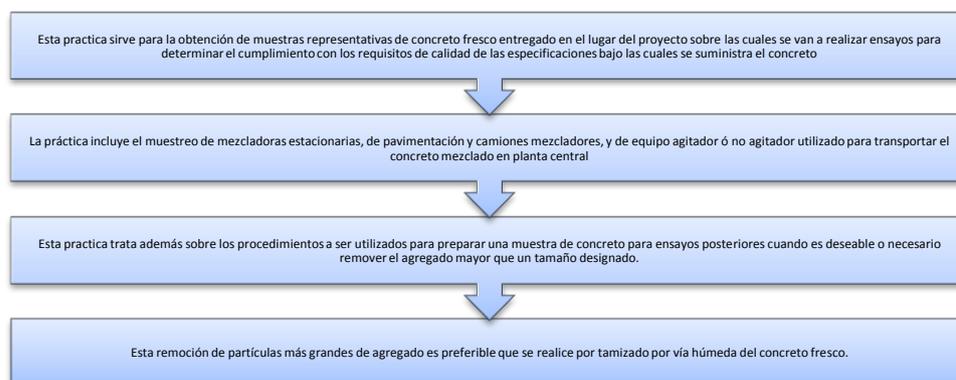


Figura 54: Introducción para la Norma ASTM C172

Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/04/01/muestreo-de-concreto-fresco-resumen-astm-c172/>

Muestreo

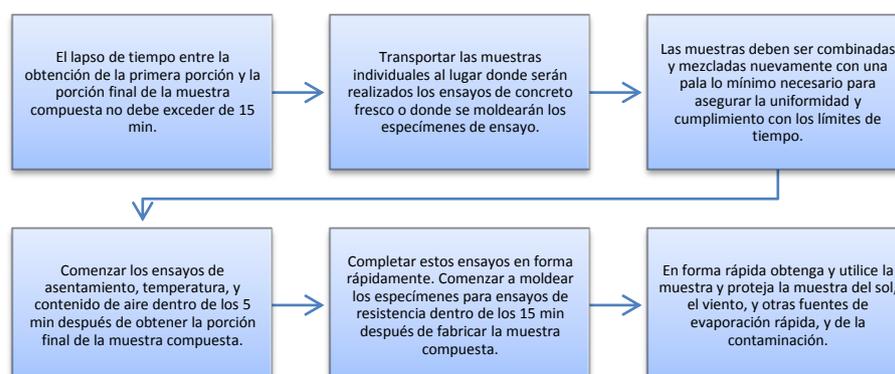


Figura 55: Equipo para la Norma ASTM C172

Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/04/01/muestreo-de-concreto-fresco-resumen-astm-c172/>

Procedimiento

- ✓ Las muestras para los ensayos de resistencia deben ser como mínimo de 28 L (1 pie³).
- ✓ Los procedimientos utilizados en muestreo deben incluir la utilización de toda precaución que ayude a obtener muestras que sean verdaderamente representativas de la naturaleza y condición del concreto muestreado.
- ✓ Muestreo de mezcladoras estacionarias, excepto mezcladoras de pavimentación.
- ✓ Muestrear el concreto recogiendo dos o más porciones tomadas a intervalos regularmente espaciados durante la descarga de la porción media de la amasada.
- ✓ Obtener estas porciones dentro del límite de tiempo.
- ✓ Combinar en una muestra compuesta para el ensayo.
- ✓ No obtenga porciones de la muestra compuesta en la primera o última parte de la descarga de la amasada. Realizar el muestreo pasando un recipiente completamente a través de la corriente de descarga, o desviando la descarga completamente a un contenedor de muestras. Si la descarga del concreto es muy rápida para desviar la corriente de descarga completa, descargar el concreto en un contenedor o unidad de transporte suficientemente grande como para abarcar la amasada entera y luego completar el muestreo en la misma manera indicada arriba.

Se debe tener cuidado de no restringir el flujo de concreto de la mezcladora, contenedor, o unidad de transporte como para producir segregación.

Nota: Ninguna muestra debería ser tomada antes de que haya sido descargado el 10 % de la amasada o después del 90 %. Debido a la dificultad de determinar la cantidad real de concreto descargado, la intención es proveer muestras que sean representativas de porciones ampliamente separadas, pero no del comienzo ni del final de la carga.

✓ Muestro de mezcladoras de pavimentación

Muestrear el concreto después de que los contenidos de la mezcladora de pavimentación hayan sido descargados.

- Obtener muestras de al menos cinco porciones diferentes de la pila y componerlas en una muestra para los fines del ensayo. Evitar la contaminación.

✓ Muestreo de camiones mezcladores de tambor giratorio o agitadores.

- Muestrear el concreto recogiendo dos o más porciones tomadas de intervalos regularmente espaciados durante la descarga de la porción media de la amasada.

- Tomar las muestras así obtenidas dentro del límite de tiempo especificado en la sección 4 y combinarlas en una muestra compuesta para el ensayo. En ningún caso se deben obtener muestras hasta después de que toda el agua y los aditivos hayan sido agregados a la mezcladora; además no se deben obtener muestras de la primera o última porción de la descarga de la amasada.
- Muestrear pasando repetidamente un recipiente a través de la corriente de descarga entera ó desviando completamente la descarga en un contenedor de muestras. Regular la velocidad de descarga de la amasada con una velocidad de revolución del tambor y no por el tamaño de la abertura de salida.(NORMA ASTM C172)

Norma ASTM: C231

Método de ensayo estándar para determinar por el método de presión, el contenido de aire del concreto recién mezclado.

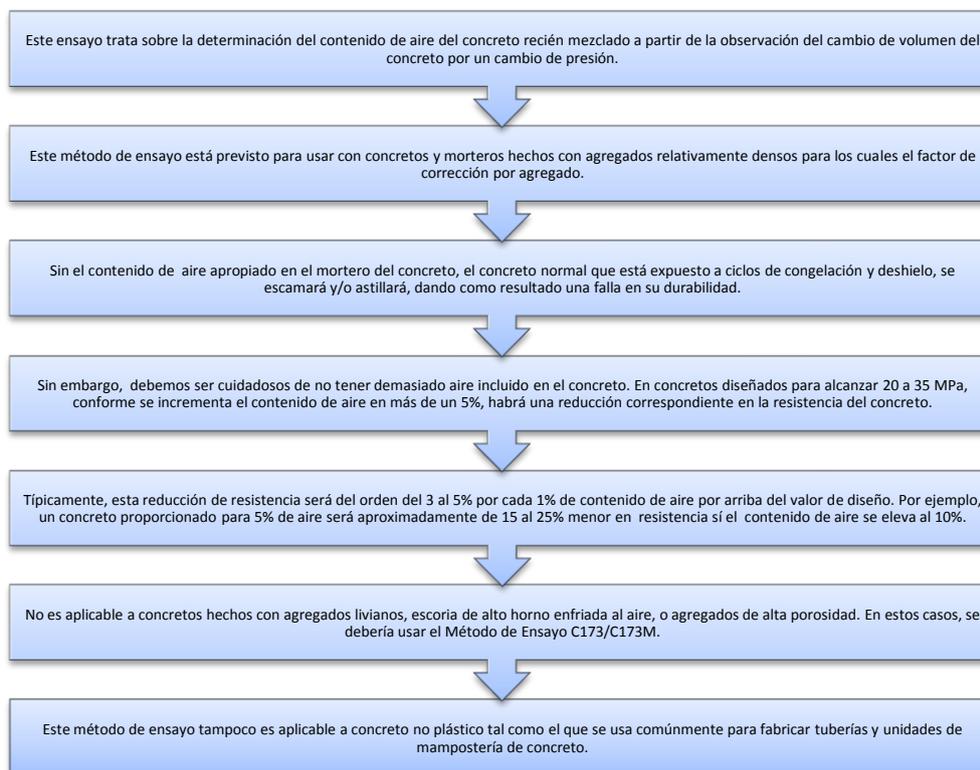


Figura 56: Introducción para la Norma ASTM C231

Fuente: <http://www.astm.org/Standards/C231C231M-SP.htm>

Procedimiento

- ✓ Humedecer el interior del recipiente y colóquelo sobre una superficie plana, nivelada y firme.
- ✓ Para la primera capa:
 - a) Llène el recipiente aproximadamente 1/3 de su volumen.
 - b) Varille la capa 25 veces en todo su espesor pero sin golpear con fuerza el fondo del recipiente. Distribuya uniformemente el varillado en toda la sección transversal del recipiente.

- c) Golpee vigorosamente el exterior del recipiente de 10 a 15 veces con el martillo de hule para cerrar los huecos dejados por la varilla de compactación.
- ✓ Para la segunda capa:
 - a) Llene el recipiente a aproximadamente $2/3$ de su volumen.
 - b) Varille la capa 25 veces, penetrando la primera capa aproximadamente 25 mm, distribuya uniformemente el varillado en toda la sección transversal del recipiente.
 - c) Golpee vigorosamente ligeramente el exterior del recipiente de 10 a 15 veces con el martillo de hule para cerrar los huecos dejados por la varilla de compactación.
- ✓ Para la tercera capa:
 - a) Agregue concreto de tal manera que se evite desparramar excesivamente.
 - b) Varille la capa 25 veces, penetrando la segunda capa aproximadamente 25 mm, distribuyendo uniformemente el varillado en toda la sección transversal del recipiente.
 - c) Golpee vigorosamente el exterior del recipiente de 10 a 15 veces con el martillo de hule para cerrar los huecos dejados por la varilla de compactación.
- ✓ Enrase la capa superior del concreto:
Cubra $2/3$ de la superficie superior del concreto con la placa:
- ✓ Extraiga la placa usando un movimiento de aserrado al tiempo que se mantiene el nivel de la placa.

- ✓ Coloque la placa sobre el área original cubierta en el Paso Cinco. Avance la placa completamente a través de la superficie superior del concreto usando nuevamente un movimiento de aserrado, con una presión hacia abajo, y manteniendo el nivel de la placa.
- ✓ Sosteniendo la placa en una posición inclinada, y usando el borde de la placa imprima varios golpes finales para producir una superficie acabada lisa.
- ✓ Limpie completamente la pestaña/borde del recipiente y cubra el ensamblaje.
- ✓ Sujete la tapa al recipiente asegurando un sellado con gran presión.
- ✓ Cierre la válvula de aire entre la cámara de aire y el recipiente. Abra las dos llaves de purga en la tapa.
- ✓ Utilice una jeringa para inyectar agua a través de una llave de purga hasta que el agua emerja de la llave de purga en el lado opuesto. Golpee el medidor ligeramente hasta que todo el aire sea expelido.
- ✓ Cierre la válvula de alivio y bombee aire dentro de la cámara de aire hasta que la manecilla en la carátula del manómetro esté sobre la línea de la presión inicial. Espere algunos segundos para que el aire comprimido se enfríe.
- ✓ Estabilice la manecilla del manómetro en la línea de la presión inicial aliviando, bombeando y golpeando ligeramente el manómetro manualmente.

- ✓ Cierre ambas llaves de purga.
- ✓ Abra la válvula entre la cámara de aire y el recipiente. Golpee vigorosamente los lados del recipiente con el martillo de hule. Golpee ligeramente el manómetro con la mano para estabilizar su manecilla.
- ✓ Lea el porcentaje de aire en la carátula del manómetro.
- ✓ Cierre la válvula de aire y luego libere la presión en el recipiente abriendo ambas llaves de purga antes de remover la tapa.
- ✓ Calcule el contenido final de aire restando el Factor de Corrección del Agregado, de la lectura de la carátula del manómetro y registre los resultados.



Figura 57: Ensayo de presión
Fuente: civil112web01.unm.edu

Hormigón duro

El hormigón es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión dependiendo de las propiedades tanto físicas, químicas, mecánicas de sus componentes y de la interacción de cada uno de ellos. Dentro de las muchas características que posee el concreto se

puede mencionar la masa unitaria, las propiedades mecánicas su apariencia etc.(NORMA ASTM C231, 2010)

Norma ASTM C617

Práctica normalizada para el refrendado de probetas cilíndricas de hormigón.

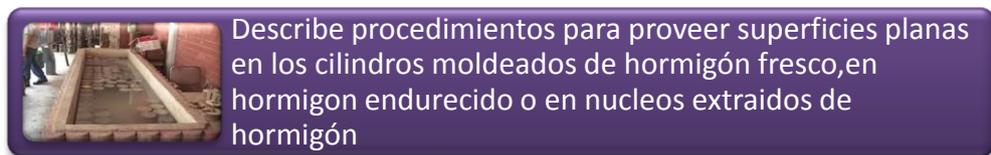


Figura 58: Introducción para la Norma ASTM C617

Fuente: <http://www.astm.org/Standards/C617.htm>

Equipo refrendado

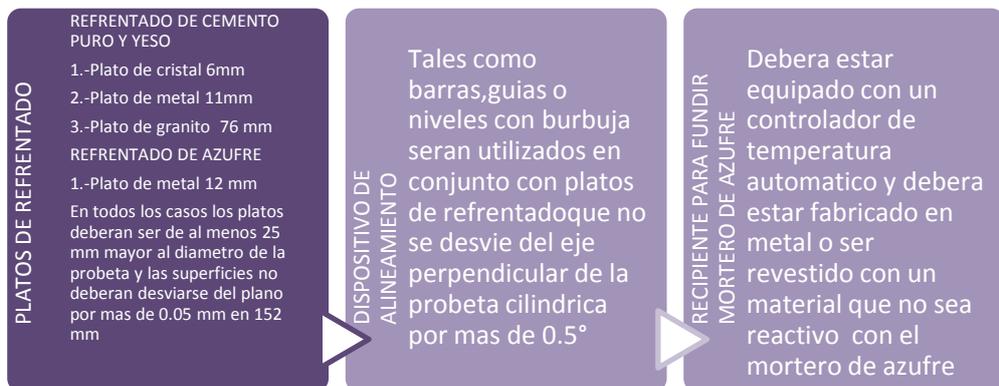


Figura 59: Equipo para a Norma ASTM C617

Fuente: <http://www.astm.org/Standards/C617.htm>

Materiales de capeo

1. La resistencia del material de capeo y el espesor de las capas deberán estar de acuerdo a los requerimientos de la tabla.

Tabla 4: Resistencia a la compresión Norma ASTM C617

RESISTENCIA A LA COMPRESION Y MAXIMO ESPESOR DE LOS MATERIALES DE CAPEO			
CILINDROS	MATERIAL	ESPESOR CAPA	CAPA
Resistencia a la compresión psi (MPa)	CAPEO Mínima resistencia psi (MPa)	Promedio Máximo	Máximo espesor
500 a 700 psi 3.5 a 50 MPa	5000 psi (35 MPa o resistencia del cilindro el que sea mayor)	¼ pulg (6 mm)	5/16 pulg (8 mm)
>7000 psi (50 MPa)	No menor que la resistencia del cilindro	1/8 pulg (3mm)	3/16 pulg (5mm)

Fuente: <http://www.astm.org/Standards/C617.htm>

2. Pastas de cemento hidráulico

- Realizar ensayos de calificación de la pasta de cemento hidráulico puro, previo al uso del refrendado hay que establecer los efectos relación agua /cemento y la edad en la resistencia a la compresión en cubos de 2 pulg (50mm)

- Mezcle la pasta de cemento puro con la consistencia deseada en una relación agua cemento igual o menor que la requerida para producir las resistencias deseadas, generalmente de 2 a 4 horas antes de que se utilice la pasta.

3. Pastas de yeso de alta resistencia

- Ninguna macilla ni extensión puede ser adherida a pastas de cemento yeso de alta resistencia subsecuentemente a la fabricación del cemento.

4. Mortero de azufre

- Los morteros de azufre preparados por el laboratorio o el propietario se permiten cambiar si se permite que se endurezcan por un mínimo de 2 horas antes del ensayo del hormigón que tiene resistencias menores a 5000 psi (35 MPa) para hormigones de resistencias de 5000 psi (35 MPa) o mayores.

Procedimiento de refrentado

1. Cilindros frescos moldeados

Utilice solamente pastas de cemento Portland para refrentar cilindros moldeados de hormigón frescos.

- Realice capas tan finas como sea posible. No aplique la pasta pura a la superficie expuesta hasta que el hormigón alcance su fraguado inicial en los moldes. Generalmente esto es de 2 a 4 horas después del moldeado.
- Durante el moldeo del cilindro enrase la parte superficial de terminado al nivel de o ligeramente bajo el plano del anillo del molde.
- Remueva el agua libre de la parte superior de la muestra inmediatamente antes del refrentado.
- Forme la capa mediante la colocación de un montón de pasta en forma cónica sobre la probeta
- Presione suavemente el plano aceitado sobre el montón cónico hasta que de plato este en contacto con el borde del molde.
- Un muy suave movimiento de torsión se podría requerir para expulsar el exceso de pasta y minimizar las burbujas de aire en la pasta
- Cuidadosamente cubra el plato de refrentado y el molde con una capa doble de un plástico húmedo y una hoja de polietileno para prevenir el secado.
- Remueva el plato de capeo después del endurecimiento con ligeros golpes en el filo con un martillo de caucho en dirección paralela al plano de capeo.

2. Probeta de hormigón endurecido

- Si la capa superior de la probeta tiene un revestimiento de aceite o materiales grasos que puedan interferir con la unión del refrendado, remueva tal revestimiento o depósito. Si fuese necesario las capas superiores de la probeta deberá tener una rugosidad ligera mediante una lija con un filo de acero o un cepillo metálico para producir una adhesión apropiada.
 - Si se desea los platos de capeo pueden ser revestidos con una fina capa de aceite mineral o grasa para prevenir que el material de capeo permanezca adherido a la superficie del plato.
- **Refrendado con pastas de yeso de alta resistencia y pastas de cemento:**
 - ✓ Mezcle la pasta ,no exceda la relación agua/cemento determinada en los ensayos
 - ✓ Forme las capas utilizando platos de capeo para conseguir el alineamiento requerido

- ✓ Los platos de capeo pueden ser removidos dentro de los 45 minutos para pastas de cemento de yeso y después de 12 horas con pastas de cemento sin que visiblemente se dale el refrendado.

3. Refrendado con mortero de azufre

- Prepare el mortero de azufre para utilizarse a una temperatura de más o menos 265 °F (130°C) determinada a través de un termómetro metálico insertado en el centro de la masa.
- Chequee la temperatura en intervalos de aproximadamente una hora antes de realizar el refrendado.
- Vacíe el recipiente y recargue con material fresco a intervalos que aseguren que el material antiguo que está en el recipiente
- Recargue con material fresco a intervalos que aseguren que el material antiguo que está en el recipiente no haya sido utilizado por más de 5 veces.
- Cuando este capeando cilindros de hormigón que tengan resistencias a la compresión de 5000 psi (35 MPa) o mayores no es permitido re usar el material.
- El mortero debe estar seco al momento que es colocado en el recipiente húmedo pidiendo causar espuma.
- Cubra con una capa delgada de aceite y remueva el azufre fundido inmediatamente antes de escurrir cada capa.

- Al final del curado húmedo de las probetas estas deberán secarse lo suficiente para que en el momento de capearlas se evite así la aparición debajo o en la capa de espuma o vacíos de un tamaño mayor a $\frac{1}{4}$ pulg en el diámetro de la probeta.
- La superficie superior del cilindro deberá descansar continuamente sobre el plato de capeo con los lados del cilindro en continuo contacto con las guías de alineamiento hasta que el mortero se haya endurecido.(NORMA ASTM C617, 2010)

Norma ASTM C 1231

Práctica normalizada para el uso de refrentado no adherido para determinar el esfuerzo de compresión de cilindros de hormigón endurecido.

Uso

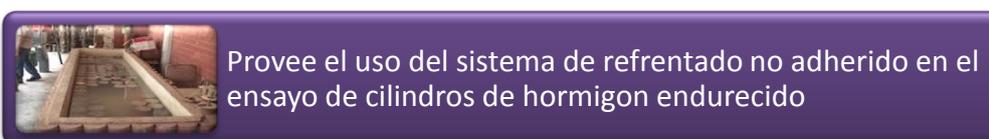


Figura 60: Resistencia a la compresión para la Norma ASTM C1231

Fuente:<http://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C1231C1231M-00e1-SP.htm>

Materiales y aparatos

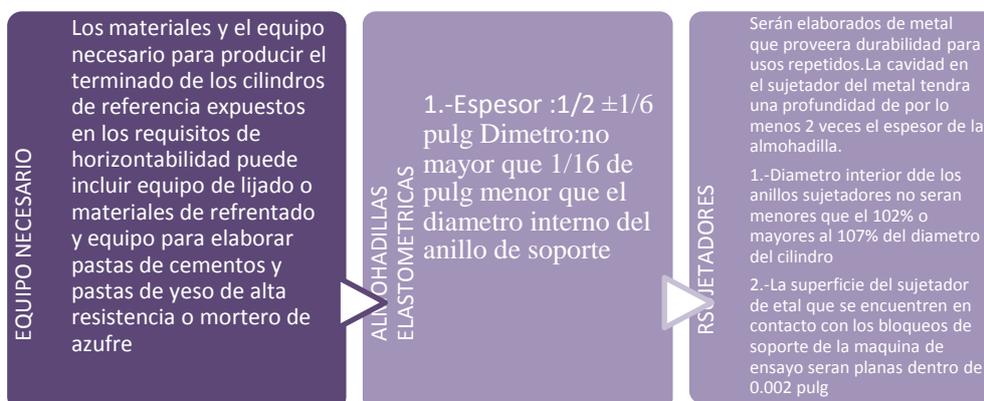


Figura 61: Materiales y aparatos para la Norma ASTM C1231

Fuente: <http://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C1231C1231M-00e1-SP.htm>

Muestra de ensayo

1. Las muestras de cilindros bien de 6 por 12 pulg o de 4 por 8 pulg.
2. Las depresiones bajo la regla de medidas con un calibrador de alambre en cualquier diámetro no excederá 0.20 pulg.

Procedimiento

1. Las capas adheridas son permitidas para ser usadas en uno o varios terminados de un cilindro en lugar de una capa o capas
2. Examinar las almohadillas por uso excesivo o daño.
3. Reemplazar las almohadillas que tengan fisuras o grietas que excedan los $3/8$ pulg de largo independientemente de la profundidad
4. Insertar almohadillas en el sujetador antes de que se coloque el cilindro.

5. Centrar la capa no adherida o capas sobre el cilindro y colocar el cilindro en el bloque de soporte inferior de la máquina de ensayo
6. Alinear el eje del cilindro con el centro de empuje de la máquina de ensayo manteniendo el anillo de sujeción superior sobre el bloque del soporte esférico.
7. Rotar la porción móvil suavemente con la mano hasta que se asienten uniformemente.
8. Después de aplicar la carga pero antes de llegar al 10% del esfuerzo anticipado de la muestra revisar que el eje del cilindro se encuentre vertical dentro de la tolerancia de 1/8 de pulg. en 12 pulg.
9. Si el alineamiento del cilindro no cumple con los requisitos descargar revisar que cumpla con las medidas mencionadas anteriormente y cuidadosamente centrar nuevamente la muestra
10. Aplicar la carga nuevamente y revisar si el alineamiento del cilindro es permisible
11. Completar la aplicación de la carga ensayar calcular y reportar los resultados.

Cálculos

- Para cada nivel de esfuerzos, calcular la diferencia entre cada par de cilindros y calcular el esfuerzo promedio de los cilindros con

referencia al refrentado y el esfuerzo promedio de los cilindros con refrentado no adherido:

$$d_i = X_{pi} - X_{si}$$

$$\bar{X}_s = \frac{X_{s1} + X_{s2} + X_{s3} \dots \dots + X_{sn}}{n}$$

$$\bar{X}_p = \frac{X_{p1} + X_{p2} + X_{p3} \dots \dots + X_{pn}}{n}$$

Dónde:

d_i = diferencia del esfuerzo del par de cilindros calculados como esfuerzo del cilindro con refrentado no adherido menos el esfuerzo del cilindro preparado

X_{pi} = esfuerzo del cilindro utilizando refrentado no adherido

X_{si} = esfuerzo del cilindro utilizado en la practica C 617

n

= numero de pares de cilindros ensayados para el nivel de esfuerzo

\bar{X}_s = esfuerzo promedio de la practica C 617 cilindros refrentados de un nivel de esfuerzo

\bar{X}_p = esfuerzo promedio de la practica C 617 cilindros refrentados de un nivel de esfuerzo. (NORMA ASTM 1231, 2010)

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLAR EL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LA EMPRESA

4.1. Estado actual de la Empresa

4.1.1. Historia

En este parámetro del sistema de calidad tenemos que dar una breve descripción de la historia de la empresa hormigonera en la cual se va a implementar el sistema de calidad.

4.1.2. Misión y Visión

Misión

Fabricar productos de la más alta calidad, entregando al mercado la mejor solución en elementos de hormigón elaborado y sus derivados, que cumplan con los requisitos y exigencias de nuestros clientes, contribuyendo tanto al desarrollo urbano como industrial dando un constante progreso tecnológico, personal de alta experiencia y capacitación constante, incrementando nuestro liderazgo y generando relaciones a largo plazo con nuestros clientes.

Visión

Ser una empresa líder e innovadora en el ámbito de hormigón elaborado, empleando la calidad como factor estratégico para poder competir con eficacia en nuestro sector económico, utilizando materia prima que cumplan estándares de técnicos, personal calificado, tecnología y maquinaria de punta con los controles más estrictos para lograr la satisfacción del cliente y el crecimiento profesional y personal de los colaboradores.

4.2. Sistema de calidad

Métodos

Para implementar el sistema de calidad en una planta hormigonera nos fundamentamos en las siguientes normas para la producción de hormigón.

Normas ASTM y normas INEN. Las que incluyen:

- ✓ INEN 1855
- ✓ ASTM C138
- ✓ ASTM C143
- ✓ ASTM C136

- ✓ ASTM C127/128
- ✓ ASTM 566
- ✓ ASTM C131
- ✓ ASTM 188
- ✓ ASTM C31.

4.3. Organización para la calidad

4.3.1. Control de calidad

Todos están conscientes de sus responsabilidades con la calidad, un sistema de calidad debe ser utilizado todos los días, incluyendo inspecciones.

El número de personas dedicadas al control de calidad varía de acuerdo al tamaño de la obra y a su complejidad.

El personal de control de calidad deberá tener un contacto constante con el personal de gerencia de la planta hormigonera y no con el residente en la obra. La razón radica en que la persona responsable en la obra frecuentemente encara conflictos entre lograr las metas de calidad y cumplir con un ajustado cronograma de trabajo.

El control de calidad no debería depender del cronograma, y el cronograma no debe ser demorado por la ausencia de personal de control de calidad. Sin embargo, los esfuerzos para lograr un buen control de calidad trabajan mejor cuando están en completa armonía con el cronograma de trabajo.

Esta armonía se logra realizando reuniones acerca de la calidad, contando con el personal de Control de Calidad, los residentes, maestros mayores y obreros. El propósito de esto es poder identificar los procedimientos y equipo inadecuados, y mejorar los conocimientos y habilidades del personal para realizar su trabajo.

El departamento Administrativo utiliza éstas reuniones para fortalecer el propósito del programa de Control de Calidad, esto es, mejorar la calidad.

Aumentar los niveles de calidad implica expandir los negocios de las hormigoneras, disminuir los costos y mantener trabajo asegurado para todo el personal.

4.3.2. Registro de datos

Un programa de control de calidad deberá incluir:

- Un registro de operaciones preciso, completó y organizado.
- Un registro diario del proyecto de construcción, especialmente al momento de suscitarse un problema.
- Fotografías marcadas con su respectiva fecha.

En una construcción, se incluye los siguientes registros de operaciones:

- La Identificación, examinación, aceptación y ensayo de materiales y prefabricados.
- La Inspección previa de los encofrados para el hormigón.
- La Preparación y correcto almacenaje de las muestras de hormigón mientras esperan para ser ensayadas.
- El Desempeño de los ensayos de asentamiento, resistencia, contenido de aire, peso unitario.
- Observación general de los equipos, condiciones de trabajo, clima, y otros factores que podrían afectar el proceso del hormigón. Los registros de temperatura también son importantes.
- Registros de: ensayo de materiales, proporciones del hormigón
- La firma del representante del dueño, luego de haber presenciado o realizado la inspección que confirme el cumplimiento de las especificaciones. Deberá declararse qué se inspeccionó, cuando, y agregar cualquier observación y acción requerida.
- Una lista de control (checklist) actualizada periódicamente.

4.3.3. Especificaciones

El propósito de una organización para el control de calidad es el de asegurar que la construcción se lleve a cabo de acuerdo a especificaciones.

Las especificaciones son parte de un contrato legal, y deben ser tratadas con suma importancia. El propósito de las especificaciones es el de asegurar que tanto la calidad de la mano de obra, el control de tolerancia o los materiales requeridos sean los especificados, y que se desempeñarán de acuerdo a las intenciones del calculista.

4.3.4. Calidad y ganancia

Todo constructor o empresa constructora encara dos opciones al tratar la calidad. Pagar un costo controlado de un sistema de control de calidad diseñado para asegurar un nivel adecuado de calidad o pagar costos fuera de control asociados con reparaciones en un trabajo de baja calidad que generalmente es alto.

Las hormigoneras deben apuntar hacia un nivel de calidad que cumpla a cabalidad con los requerimientos del proyecto del cliente. Niveles de calidad altos que estén más allá de los requisitos reales de

la obra podrían resultar altamente costosos sin agregar valor en la satisfacción final del cliente.

Así, tendrán bajo control todos y cada uno de los parámetros de la obra, tanto la calidad como los costos; encontrándose, si se presentasen, con muy pocas sorpresas costosas.

Todo trabajo con la calidad asegura tener costos bajos y una alta satisfacción del cliente, lo que implica a futuro, más trabajo remunerado.

La ganancia más alta, es el resultado de construir bien la primera vez. Esto ahorra tiempo y dinero, además de ahorrar al cliente los costos adicionales que ocurren cuando el proyecto no se lleva a cabo dentro de cronograma.

4.3.5. El equipo de construcción

Para obtener un equipo que sea adecuado se necesita de un grupo de profesionales vinculados a la construcción como son: arquitectos, ingenieros, proveedores de hormigón, subcontratistas, fabricantes de acero, calculistas, obreros, inspectores.

El personal técnico prepara los planos que determinan el diseño general del proyecto y detalla las especificaciones generales. Al tratarse de puentes o construcción pesada, ésta tarea se la encarga a un ingeniero. El ingeniero estructural prepara el diseño estructural del proyecto. Esto incluye determinar el tipo de armazón, calcular el diseño de los elementos estructurales, determinar el tamaño, forma y ubicación de los elementos de refuerzo, preparar los planos con las especificaciones (specifications and engineering drawings) y revisar los planos (shop drawings).

El contratista general es responsable de la construcción del proyecto y supervisa el trabajo de los subcontratistas, como el de colocación de los aceros de refuerzo y la colocación del hormigón.

El hormigón premezclado lo prepara en planta y entrega el hormigón en el sitio de trabajo. El residente de obra se encarga de preparar los diagramas de colocado y listados de acero partiendo de los planos.

El inspector puede ser de dos tipos: uno representando al propietario, y el otro de parte de la planta hormigonera. El inspector examina el progreso de la obra para asegurar que cumpla con las especificaciones y planos del proyecto. La inspección del propietario hará énfasis en materiales del hormigón, ensayos del hormigón en

estado plástico y endurecido y en la inspección de la estructura terminada. La inspección del control de calidad por parte de la planta hormigonera hará énfasis en la colocación de los encofrados como requerimiento previo a los procesos del hormigonado.

4.4. Aspectos administrativos del Sistema de Calidad actual

4.4.1. Responsabilidades del propietario

El propietario es responsable de establecer un sistema de calidad, que incluye la selección de personal y organizaciones competentes. Si el propietario no posee las habilidades ni el personal necesario, designa un colaborador u organización que cumpla dichas funciones.

Tabla 5: Datos generales de una hormigonera

<u>DOCUMENTO</u>	<u>CONTENIDO</u>
PLAN DE CALIDAD	* Políticas
	*Objetivos de calidad
	*Panorama de trabajo
	*Relaciones organizacionales
	*Autoridad y responsabilidades
Manual de Calidad	*Elementos aplicables al panorama de trabajo
	*Programa
	*Implementación de procedimientos

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

4.4.2. Características del sistema de calidad

El sistema de calidad es visto en términos de flujos de información entre los distintos elementos del proyecto con los individuos que conforman los grupos del proyecto. Los flujos de información y el manejo de información son la esencia de un proyecto que permite alcanzar una interacción efectiva entre el personal.

Desarrollo de un sistema de calidad por fase del proyecto y responsabilidades.

Tabla 6: Sistemas de calidad por fase del proyecto

FASES DE PROYECTO	FASE DEL SISTEMA DE CALIDAD	FUENTES DE REFERENCIA, GUÍA O REQUERIMIENTOS DE CALIDAD
PLANIFICACIÓN Y DEFINICIÓN Y REQUERIMIENTOS	Desarrollo del plan de calidad	Propietario, administrador, consultor, ingeniero.
DISEÑO	Desarrollo del manual de calidad.	Plan y manual de calidad
CONSECUCIÓN	Procedimientos	Propietario, administrador, diseñador, contratista y manual de calidad
CONSTRUCCIÓN	Manual de Calidad	Plan de calidad, manual de calidad
ENSAYO DE MATERIALES	Desarrollo del manual de calidad	Plan de calidad, manual de calidad

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Se indican las fases dentro de la participación en un proyecto y cómo se va desarrollado el sistema de calidad. Se harán modificaciones de acuerdo a los objetivos específicos de calidad de cada obra.

Este sistema de calidad asegura que el flujo de información sea relevante, preciso, consistente y a tiempo. Se obtiene beneficios porque:

- ✓ Se establecen estándares de desempeño
- ✓ Áreas de responsabilidad son especificadas
- ✓ Puntos de decisión son identificados
- ✓ Seguimientos, acciones y decisiones se delinear apropiadamente
- ✓ Se proveen criterios de desempeño y gravamen para el proyecto.

El hecho de distribuir a un plan de calidad en fases discretas no implica que dichas fases no se intercalen.

Adicionalmente, las actividades de una fase determinada muy probablemente requieran que se inicie una nueva actividad relacionada a una fase anterior. Es por esto que los límites entre fases no son claramente definidas.

Cada actividad en una construcción es única debido a las variables, a las diferencias de condiciones y requerimientos asociados con cada proyecto. Además, una actividad individual deberá cumplir con regulaciones, códigos, procedimientos y costos.

La eficiencia aumenta una vez que la construcción es conducida con planes bien definidos y procedimientos detallados.

Las recomendaciones en cada fase proveen de una visión de los principios de calidad y de los elementos necesarios para asegurar que un plan de calidad coordinado sea implementado.

4.5. Propuesta del Sistema de Gestión de Calidad

Definición de macro procesos de una planta hormigonera



Figura 62: Esquema de mapeo de procesos

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

En el gráfico se observa los elementos de procesos del producto, además de los procesos gerenciales y los de apoyo. Dentro de los procesos de producción y colocado, definiremos los procedimientos e instrucciones de cada uno de ellos. Estos procesos serán detallados en su respectivo diagrama.

4.5.1. Manual de Calidad para una planta hormigonera

Las variaciones en la proporción de mezclas y las buenas prácticas de ensayos causan efectos tanto en la resistencia como en otras propiedades del hormigón. Por lo tanto, un sistema de Gestión de Calidad claro y comprensible es la clave para una implementación exitosa del sistema.

Los estándares de calidad ISO fueron implementados inicialmente en la industria manufacturera por varias razones como por la relativa facilidad con que las normas pueden aplicarse a la producción en masa, donde los procesos ocurren dentro de condiciones mucho más controladas que las que se dan en una construcción. Así, mientras que la mayoría de industrias realizan sus procesos en lugares cerrados, con condiciones climáticas controladas dentro de una fábrica; la colocación del hormigón se realiza a la intemperie, donde la temperatura, la precipitación, la humedad, el viento y otras variables estarán presentes sin un control directo sobre cada una de ellas.

Producto

Elaboración de Hormigón Premezclado

Organización

Empresa hormigonera en la cual se va a implementar el Sistema de Calidad

Dirección: “De la planta hormigonera”

Tabla 7: Información general de la planta hormigonera

<i>País</i>
<i>Provincia</i>
<i>Cantón</i>
<i>Teléfono</i>
<i>Email</i>
<i>Constituida</i>
<i>Inicia sus operaciones</i>
<i>Campo</i>
<i>Sector</i>
<i>Producto</i>
<i>Norma técnica de referencia</i>

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Aplicación

La Gestión de la Calidad hace énfasis en el control sistemático de los procesos para producir hormigón. Esto representa cambio con respecto a la aceptación del producto en base a ensayos de los componentes como único criterio de Control de Calidad. Para asegurar un correcto desempeño del hormigón, los contratistas se respaldan siempre en los ensayos del material.

Usualmente, el único criterio para la aceptación del hormigón se fundamenta en obtener buenos resultados en los ensayos.

El Control de Calidad se refiere a los medios utilizados para alcanzar los requerimientos de calidad. Mientras que el Aseguramiento de la Calidad provee de la confianza tanto para el contratista como para el propietario, para lograr este fin. La Gestión de la Calidad abarca tanto al Control de Calidad como al Aseguramiento de Calidad.

4.5.2. Referencias normativas

Como referencia se tiene que la norma ISO 9001:2008 es la base del sistema de gestión de la calidad ya que esta es la que concentra todos sus elementos de administración de calidad con los que una

empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos.

A pesar de que ISO 9001:2008 sea el estándar más actual, no es un requisito que las empresas la adopten.

Esto tiene una pequeña ventaja dentro del ámbito de la construcción, ya que ha estado en uso por un periodo de tiempo mayor, permitiendo que más gente se encuentre familiarizada.

Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta acreditación porque de este modo se aseguran de que la empresa seleccionada disponga de un buen sistema de gestión de calidad (SGC).

El objetivo de la ISO es llegar a un consenso con respecto a las soluciones que cumplan con las exigencias comerciales y sociales (tanto para los clientes como para los usuarios).

4.5.3. Términos y definiciones

Para propósito de este documento a lo largo del texto se utilizara los siguientes términos.

Tabla 8: Términos y definiciones para el plan de calidad

<i>HC</i>	<i>CENTRAL HORMIGONERA</i>
<i>CC</i>	<i>CONTROL DE CALIDAD</i>
<i>AC</i>	<i>ASEGURAMIENTO DE CALIDAD</i>
<i>SGC</i>	<i>SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD</i>
<i>ASTM</i>	<i>AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS</i>
<i>INEN</i>	<i>INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION</i>

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Calidad

Definiciones según la Norma ISO 9000:2005

- Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.
- Es la totalidad de las características de una entidad que inciden en su habilidad para satisfacer necesidades planteadas e implícitas.

Aseguramiento de la calidad (AC).- Consiste en todas las actividades planificadas, demostradas necesarias y sistemáticamente implementadas dentro de un sistema de calidad, para proveer la

adecuada confianza de que la entidad cumplirá los requerimientos para la calidad.

Control de calidad (CC).- Técnicas y actividades operacionales que se usan para cumplir los requerimientos de calidad. Estas técnicas y actividades apuntan a monitorear un proceso y a eliminar las causas de desempeño insatisfactorio de todas las etapas para obtener resultados económicamente efectivos.

Sistema de Gestión de Calidad (SGC).- Consiste de la estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos necesarios para asegurar que los objetivos de calidad sean alcanzados.

Manual de calidad.- Documento que declara y describe el sistema de calidad y las políticas de la compañía u organización.

Contratista.- Proveedor bajo una situación contractual.

Propietario.- Organización responsable por el proyecto.

Producto.- Es el resultado de actividades o procesos. Esto puede incluir servicios, equipos, materiales procesados, software, o una combinación de los mencionados.

4.5.4. Sistema de Gestión de la Calidad

Requisitos Generales.- Las especificaciones de Gestión de Calidad para la construcción con hormigón han sido desarrolladas haciendo énfasis en Control de Calidad durante la producción del material. Esto nos lleva a tratar el cumplimiento de los siguientes puntos:

1. La aceptación y pago

El pago por el hormigón estará fundamentado en el valor del producto recibido por el cliente.

Se basarán en:

- La medición de propiedades específicas
- El cumplimiento de parte de la planta hormigonera (Contratista) durante los procesos, la inspección, muestreo y ensayo de Control de Calidad.
- La inspección, muestreo y ensayo de parte del Ingeniero Residente para confirmar y verificar que el trabajo cumple con las especificaciones.

2. Control de calidad

El Contratista es responsable de la calidad del hormigón durante la producción del producto. Esto significa que todos aquellos procesos realizados por otras organizaciones involucradas en el proyecto de construcción no se encontraran bajo la responsabilidad de la hormigonera. Esto incluye la preparación del sitio de trabajo antes de colocado y la fase de terminado.

Las hormigoneras serán responsables solamente de la calidad del producto entregado. No de la calidad del terminado de dicho producto. Esta responsabilidad recaerá directamente sobre el propietario de la obra o de su representante. Los resultados obtenidos de los ensayos de cilindros serán indicadores de esta calidad.

4.5.5. Aseguramiento de la Calidad

El Ingeniero Residente, como representante del Propietario, debe ser responsable en asegurar el cumplimiento de los requisitos del Control de Calidad de parte del Contratista. También debe verificar que los resultados de los ensayos de Control de Calidad realizados

por el Contratista sean representativos de la calidad del hormigón producido.

El Residente es el responsable de determinar la aceptación basada en la concordancia de los planes y las especificaciones, y en determinar el pago basado en procedimientos estadísticos de Aseguramiento de Calidad.

4.5.6. Requisitos de la documentación

Generalidades

Los miembros responsables del Sistema de Gestión de Calidad a través de una documentación del sistema deberán:

- ✓ Determinar los objetivos de calidad con sus requisitos.
- ✓ Preparar procedimientos de acuerdo con los requerimientos del contrato y de las políticas de calidad citadas por la hormigonera.
- ✓ Implementar efectivamente el sistema de calidad y sus procedimientos a través de un Manual de Gestión.
- ✓ Proceder con la elaboración de instructivos y registros

4.5.7. Manual de Calidad

Cada organización con responsabilidad en el proyecto de construcción deberá detallar en un manual de calidad con los métodos utilizados para cumplir los objetivos mencionados para la obra del propietario. Es por esta razón que como organización participativa, deberá implementar su manual de la calidad en la obra relacionando las tareas de colocado del hormigón con su entorno.

El manual de calidad deberá incluir o hacer referencia a:

- ✓ Políticas de calidad.
- ✓ Los procedimientos, como los procedimientos del sistema de calidad, procedimientos de diseño y procedimientos de construcción.
- ✓ Las responsabilidades, autoridades e interrelaciones del personal que administra, realiza, verifica o revisa los trabajos en términos de calidad.
- ✓ Declaraciones referentes a la revisión, actualización y seguimiento del manual.

4.5.8. Control de documentos

Los miembros del equipo de Sistema de Gestión de Calidad deberán establecer y mantener procedimientos de control de toda la

documentación y todos los datos relacionados con los requerimientos que se detallan en el contrato. Esto incluye toda la documentación de origen externo como estándares y diagramas en manos del propietario. El control de la documentación es crítico para el éxito del proyecto para asegurar que las últimas revisiones de diseño y especificaciones son utilizadas en la ejecución de los trabajos.

4.5.9. Control de los Registros de Calidad

Se deben establecer procedimientos para la identificación, recolección, tabulación, acceso, archivo, almacenamiento y disposición de los registros de calidad. Estos deberán ser mantenidos para demostrar la conformidad con las especificaciones requeridas y la operación efectiva del sistema de calidad. La siguiente es una lista de registros y documentos que se deben controlar:

- ✓ Documentos contractuales
- ✓ Procedimientos
- ✓ Registros de calificación del personal
- ✓ Cálculos y diseños
- ✓ Especificaciones
- ✓ Documentos de consecución
- ✓ Registro de calificación de materiales
- ✓ Diagramas de la obra

- ✓ Cambios de orden
- ✓ Reportes técnicos y fotografías
- ✓ Registros de inspección y ensayo
- ✓ Reportes de inconformidad
- ✓ Proporciones de mezcla del hormigón y tickets de despacho
- ✓ Diagramas del colocado

Los archivos de un proyecto se almacenan por un mínimo de 5 años contados a partir de la fecha de aceptación definitiva.

4.5.10. Responsabilidades de la Dirección

Tabla 9: Responsabilidades de la Dirección

ELEMENTO	PROVEEDOR, ARQUITECTO, INGENIERO	PROVEEDOR, CONTRATISTA	SUBCONTRATISTA	SUBCONTRATISTA, PROVEEDOR DE MATERIALES
POLITICAS DE CALIDAD	X	X	X	X
RESPONSABILIDADES DE LA ORGANIZACIÓN	X	X	X	X
REVISION DEL CONTRATO	X	X	X	X
CONTROL DE DISEÑO	X			
CONTROL DE DATOS Y DOCUMENTOS	X	X	X	X
ADQUISICIONES	X	X	X	
CONTROL DE PRODUCTOS PROVISTOS POR EL PROPIETARIO DE LA OBRA	X	X	X	
IDENTIFICACION Y RASTREO	X	X	X	X
CONTROL DE PROCESOS	X	X	X	X
INSPECCION Y ENSAYO		X	X	X
CONTROL DEL EQUIPO DE MEDICIÓN Y ENSAYO	X	X	X	X
ESTADO DE LA INSPECCIÓN Y ENSAYO				
CONTROL DE INCONFORMIDAD DEL PRODUCTO	X	X	X	X
ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS	X	X	X	X
CONTROL DE REGISTROS DE CALIDAD	X	X	X	X
CAPACITACION	X	X	X	X
TECNICAS ESTADÍSTICAS	X	X	X	X

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

1. Compromiso de la Dirección:

La Gerencia de la hormigonera es responsable de la calidad y de transmitir este sentimiento a todos sus empleados. Se desarrolla un Sistema de Gestión de Calidad que detalla cada uno de los procesos para la producción y entrega del producto y así determinar las fases críticas, cuando deben ser verificada y los responsables.

✓ Enfoque al cliente.- La planta hormigonera debe documentar los procedimientos de revisión de las cláusulas o de la aceptación del contrato estipulado por el cliente. El propósito de este procedimiento es asegurar de que el panorama de trabajo se encuentra claramente definido y que la hormigonera se encuentre en la capacidad de cumplir con el cliente.

✓ Política de calidad.- Construir con compromiso de mejoramiento continuo y estar orgulloso de cada uno de los proyectos que ejecutamos. Teniendo una administración con responsabilidad y con objetivos de calidad. Asegurando que estas políticas sean entendidas en todos los niveles dentro de la organización y garantizando resultados de producción, ahorrando tiempo, dinero.

Tabla 10: Política de Calidad

	OBJETIVOS GENERALES	OBJETIVOS ESPECIFICOS	PLAN DE ACCION
<p>POLITICA DE CALIDAD: Construir con compromiso de mejoramiento continuo y estar orgulloso de cada uno de los proyectos que ejecutamos. Teniendo una administración con responsabilidad y con objetivos de calidad. Asegurando que estas políticas sean entendidas en todos los niveles dentro de la organización y garantizando resultados de producción ahorrando tiempo, dinero y sobretodo dando confianza al cliente sobre cada uno de nuestro producto y servicios.</p>	<p>CONSTRUIR CON COMPROMISO DE MEJORAMIENTO CONTINUO CALIDAD OPTIMA CADA UNO DE NUESTROS PRODUCTOS Y PROYECTOS EJECUTADOS</p>	<p>CONSTRUIR CON COMPROMISO DE MEJORAMIENTO CONTINUO</p>	<p>Implementar tecnología y maquinaria según las necesidades del cliente.</p>
		<p>OFRECER AL MERCADO HORMIGON QUE CUMPLE REQUERIMIENTOS</p>	<p>Instruir el personal en la mejores tecnicas para la generacion de un hormigon durable y de alta calidad</p>
		<p>DESARROLLAR PROCESOS PARA LA ELABORACION DE HORMIGON CON LAS ESPECIFICACIONES REQUERIDAS POR NORMA.</p>	<p>Capacitar al personal para que obtenga certificados internacionales como certificacion ACI</p>
	<p>HACER DEL MEJORAMIENTO Y DESARROLLO DE LA PRODUCCION UNA POLITICA INSTITUCIONAL</p>	<p>DESARROLLAR PLAN DE CONTROL DE CALIDAD</p>	<p>EVALUAR TRIMESTRALMENTE LOS CONOCIMIENTOS DEL PERSONAL</p>
		<p>MOTIVAR AL PERSONAL PARA QUE SE INVOLUCRE EN EL SISTEMA DE CALIDAD</p>	<p>OBRECER A LOS TRABAJADORES CHARLAS MOTIVACIONALES.</p>
	<p>GARANTIZAR RESULTADOS DE PRODUCCION AHORRANDO TIEMPO, DINERO Y BRINDANDO CONFIANZA AL CLIENTE.</p>	<p>AHORRAR TIEMPO Y DINERO</p>	<p>REALIZAR EVALUACION DE RENDIMIENTOS PARA ENTREGAR LOS PROYECTOS EN LOS TIEMPOS ESTIMADOS</p>
		<p>GARANTIZAR RESULTADOS DE PRODUCCION</p>	<p>MEJORAR EQUIPOS Y MAQUINARIAS DE</p>
		<p>GENERAR CONFIANZA DE CADA UNO DE NUESTROS CLIENTES</p>	<p>Utilizar productos que esten elaborados y controlados por normas INEN Y ASTM.</p>

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Tabla 11: Política de Calidad propuesta

	OBJETIVOS GENERALES	OBJETIVOS ESPECIFICOS	PLAN DE ACCION	INDICADORES	FORMULAS	RESPONSABLES	VALOR ACTUAL	META 2017
<p>POLITICA DE CALIDAD: Construir con compromiso de mejoramiento continuo y estar orgulloso de cada uno de los proyectos que ejecutamos. Teniendo una administración con responsabilidad y con objetivos de calidad. Asegurando que estas políticas sean entendidas en todos los niveles dentro de la organización y garantizando resultados de producción ahorrando tiempo, dinero y sobretodo dando confianza al cliente sobre cada uno de nuestro producto y servicios.</p>	CONSTRUIR CON COMPROMISO DE MEJORAMIENTO CONTINUO CALIDAD OPTIMA CADA UNO DE NUESTROS PRODUCTOS Y PROYECTOS EJECUTADOS	CONSTRUIR CON COMPROMISO DE MEJORAMIENTO CONTINUO	Implementar tecnología y maquinaria según las necesidades del cliente.	% TECNOLOGIA IMPLEMENTADA	$(\#PRODUCCION\ ACTUAL/\#PRODUCCION\ IMPLEMENTADA)*100$	RESPONSABLE DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	70%	98%
		OFRECER AL MERCADO HORMIGON QUE CUMPLE REQUERIMIENTOS	Instruir el personal en la mejores tecnicas para la generacion de un hormigon durable y de alta calidad	% PRODUCCION QUE CUMPLE REQUERIMIENTOS	$(\#MUESTRAS\ QUE\ CUMPLEN\ REQUERIMEINTOS/\#MUESTRAS\ TOTALES)*100$	TECNICO	90%	98%
		DESARROLLAR PROCESOS PARA LA ELABORACION DE HORMIGON CON LAS ESPECIFICACIONES REQUERIDAS POR NORMA.	Capacitar al personal para que obtenga certificados internacionales como certificacion ACI	% CERTIFICACIONES	$(\#\ TECNICOS\ CERTIFICADAS/\#TECNICOS\ TOTALES)*100$	GERENCIA	0%	60%
	HACER DEL MEJORAMIENTO Y DESARROLLO DE LA PRODUCCION UNA POLITICA INSTITUCIONAL	DESARROLLAR PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	EVALUAR TRIMESTRALMENTE LOS CONOCIMIENTOS DEL PERSONAL	%EVALUACIONES	NUMERO DE EVALUACIONES	RESPONSABLE DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	0%	60%
		MOTIVAR AL PERSONAL PARA QUE SE INVOLUCRE EN EL SISTEMA DE CALIDAD	OBRECER A LOS TRABAJADORES CHARLAS MOTIVACIONALES.	%PERSONAL CAPACITADO	# DE CHARLAS TRIMESTRALES	RESPONSABLE DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	15%	75%
	GARANTIZAR RESULTADOS DE PRODUCCION AHORRANDO TIEMPO, DINERO Y BRINDANDO CONFIANZA AL CLIENTE.	AHORRAR TIEMPO Y DINERO	REALIZAR EVALUACION DE RENDIMIENTOS PARA ENTREGAR LOS PROYECTOS EN LOS TIEMPOS ESTIMADOS	%RENDIMIENTO DE PERSONAL	%PRODUCCION ANUAL	TECNICO	15%	75%
		GARANTIZAR RESULTADOS DE PRODUCCION	MEJORAR EQUIPOS Y MAQUINARIAS DE	% DE PRODUCCION	$(m3\ entregados/m3\ producidos)*100$	TECNICOS	90%	98%
		GENERAR CONFIANZA DE CADA UNO DE NUESTROS CLIENTES	Utilizar productos que esten elaborados y controlados por normas INEN Y ASTM.	SATISFACCION DEL CLIENTE	$(\%CLIENTE\ SATISFECHOS/CLIENTE\ TOTALES)*100$	DEPARTAMENTO DE VENTAS Y ADQUISICIONES	35%	95%

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

2. Planificación

a) Objetivos de la calidad

Los miembros responsables del SGC deberán:

- ✓ Determinar los objetivos de calidad con sus requisitos
- ✓ Preparar procedimientos de acuerdo con los requerimientos del cliente y de las políticas de calidad citadas por la planta hormigonera.
- ✓ Implementar efectivamente el sistema de calidad y sus procedimientos
- ✓ Proceder con la elaboración de instructivos y registros

b) Planificación del SGC

Para asegurar la calidad del hormigón premezclado, debemos realizar plan de seguimiento y control de cada uno de los elementos que conforman al producto. De esta manera, el SGC se acoplara fluidamente dentro del plan del proyecto del propietario.

c) Responsabilidad, autoridad y comunicación

✓ Responsabilidad y autoridad

Se muestra un listado con los elementos del manual de calidad donde se indica la responsabilidad de cada organización dentro del proyecto. El propietario de la obra realizara una tabla similar. Cada organización indicada en la tabla desarrollara su propio manual de procedimientos o calidad. Estos manuales, una vez desarrollados, servirán para más de un proyecto a futuro.

✓ Representante de la Dirección:

La gerencia con responsabilidad ejecutiva, designara a un miembro de su propia organización, quien independiente de otras responsabilidades, contara con autoridad definida para:

- Asegurar que el manual de calidad sea establecido, implementado y mantenido en concordancia con el contrato.
- Mantener informada a la gerencia con responsabilidad ejecutiva del desempeño del SGC.

✓ Comunicación Interna:

El sistema de comunicación interna se realiza a través de informes, memo, líneas telefónicas internas y externas, y a través del Sistema de Red computarizado con que cuenta la empresa.

d) Revisión por la Dirección

✓ Generalidades

La Gerencia de la planta hormigonera se reunirá cada seis meses con el representante administrativo del SGC para evaluar el sistema y continuar con el proceso de mejora.

✓ Información para la revisión

El representante administrativo debe realizar un informe que contenga:

- La evaluación de satisfacción del cliente.
- Desempeño de Procesos y conformidad del producto.
- Estado de las acciones correctivas y preventivas.

- Acciones de seguimiento.
- Recomendaciones para la mejora

e) Gestión de recursos

La gerencia es responsable de establecer un sistema de calidad, que incluya la selección de individuos y organizaciones competentes. Si el propietario no posee las habilidades ni el personal necesario, deberá designar un individuo u organización que cumpla dichas funciones.

Se debe establecer y mantener procedimientos para identificar necesidades de entrenamiento y proveer entrenamiento a todo el personal que realiza tareas que afecten la calidad. El personal asignado a tareas específicas deberá estar calificado en el asunto con la apropiada educación, entrenamiento, experiencia, o las tres. Se mantendrá un registro del entrenamiento

f) Realización del producto

 Planificación de la realización del producto:

Para asegurar la calidad del hormigón debemos realizar un plan de seguimiento y control de cada uno de los elementos que lo conforman.

Procesos relacionados con el cliente

El Contratista deberá ser responsable de la calidad del hormigón durante la producción del producto. Esto significa que todos aquellos procesos realizados por otras organizaciones involucradas en el proyecto de construcción no se encontraran bajo la responsabilidad HORMICONCRETO. Esto incluye la preparación del sitio de trabajo antes de colocado y la fase de terminado.

g) Control de procesos

Las plantas hormigoneras debe identificar y planear la producción y colocación del producto incluyendo sus respectivos procesos, que afecten directamente a la calidad. Hay que asegurarse de que estos procesos sean realizados bajo condiciones controladas.

Como condiciones controladas se contemplara lo siguiente:

- Procedimientos que define la manera de producir el hormigón.
 - Uso adecuado del equipo y maquinaria de concordancia con los estándares y códigos de normalización.
 - Monitoreo requisitos del producto.
 - Mantenimiento de los equipos para asegurar la capacidad continúa de producción.
 - Calificación del personal asignado a la obra
- ✓ Control de productos provistos por el propietario de obra:

Si el propietario de la obra contribuye como proveedor de cualquier material (productos, equipos, o materiales), debe contar con procedimientos bien documentados para el control de verificación, almacenamiento, mantenimiento y cualquier otro factor implicado para el uso de dicho material dentro de la obra.

- ✓ Control de diseño:

El profesional encargado del diseño deberá establecer y mantener los procedimientos para controlar y verificar el diseño del hormigón con el fin de asegurar el cumplimiento

de los requerimientos especificados. Se planificará y controlará el diseño de mezcla del hormigón determinando:

- Quienes son los responsables del diseño.
- Las etapas del diseño.
- La revisión, verificación y la validación de sus etapas.

Los resultados del diseño de mezclas pasaran a revisión para ser verificados y aprobados por una autoridad responsable antes de proceder a la dosificación de la mezcla.

h) Identificación y trazabilidad

Las hormigoneras deberán mantener procedimientos para identificar el producto durante todas las fases de producción, despacho e instalación.

El alcance del rastreo es un requisito especificado, por lo que el propietario o el contratista deberían establecer y mantener procedimientos para la identificación tanto de productos individuales como de batchadas. Estas identificaciones deben ser correctamente registradas.

i) Adquisiciones

Se debe asegurar que todo el material adquirido cumpla con las especificaciones. Estos requerimientos se aplican solamente a quienes son permanentemente responsables de la compra de materiales o de equipos. La selección del proveedor deberá basarse en una evaluación de sus capacidades para procesar los materiales en concordancia con los requerimientos indicados en los documentos del contrato para adquirir el producto y que sus tiempos de entrega se enmarquen dentro del cronograma del proyecto.

La evaluación debe incluir una revisión del historial de desempeño del proveedor (experiencia), la apropiada documentación para una evaluación objetiva y la determinación de la capacidad técnica de dicho proveedor.

j) Control del equipo de medición y ensayo

Se tiene un procedimiento de control, certificación, inspección, y ensayo de los equipos (incluido software)) para demostrar que el producto cumple con las especificaciones requeridas. El equipo de medición y ensayo se usara de tal

manera que se asegure que la tolerancia sea conocida y consistente con la capacidad de medición requerida.

k) Medida, análisis y mejora

Inspección y Ensayo

Como requisitos para la inspección y ensayo es necesario contemplar lo siguiente:

La planta hormigonera deberá establecer y mantener procedimientos para las actividades de inspección y ensayo para poder verificar que los requerimientos especificados para el producto sean cumplidos.

Tanto la inspección como el ensayo, con sus respectivos registros, deberán ser detallados en el plan de calidad o procedimientos.

El ensayo de materiales se realizará por un laboratorio en concordancia con los requisitos establecidos en ASTM 1077.

La inspección deberá contemplar como mínimo:

- ✓ El sistema de encofrado, instalaciones del acero de refuerzo la calidad del hormigón en evidencia a los ensayos, verificación de las operaciones y facilidades de producción colocado del hormigón y curado. Podría incluirse fotografías que registren el avance de la obra y detalles de la construcción.

- ✓ Estado de la inspección y ensayo: El estado de la inspección y del ensayo del producto se debe identificar por los medios adecuados que indiquen la conformidad o la inconformidad del producto con respecto a los ensayos realizados. La inspección del sitio de trabajo antes y después de colocar el hormigón determinara solamente las condiciones adecuadas para obtener como resultado hormigón de la más alta calidad posible.

La identificación de la inspección y ensayo debe mantenerse como está definido en el manual de calidad o procedimientos, o en ambos, a través de la producción y de la colocación del hormigón para asegurarse de que solamente el producto que haya pasado las inspecciones requeridas y las pruebas (o liberadas bajo concesión autorizada) será enviado, usado o colocado.

Control de inconformidad de producto Rechazo:

- ✓ Manejar los procedimientos que aseguran que el hormigón que no cumpla con las especificaciones requeridas no sea utilizado por equivocación.

Este control proveerá de información referente a identificación, documentación, evaluación, rechazo, disposición y notificación de los productos inconformes como sea requerido dentro del plan de calidad la hormigonera.

Las categorías de disposición van como sigue:

- ✚ Reparación: El proceso de reparación de un elemento para una condición aceptable, incluso cuando dicha reparación pueda no cumplir con los requisitos originales.
- ✚ Reanudación: El proceso de restaurar un elemento de acuerdo a los requerimientos originales
- ✚ Aceptación tal cual: Una condición de inconformidad que, después de una evaluación, se determina que cumple con los requerimientos que incluyen desempeño, durabilidad, adecuación para el uso y seguridad.

✚ Rechazo: Una disposición que indica que el elemento no cumple con los propósitos deseados y ni la reanudación ni la reparación son económicamente factibles. El elemento deberá ser segregado, removido o remplazado. Los elementos readecuados o reparados deberán ser re-inspeccionados. Debido a que los elementos reparados puedan no cumplir con los requerimientos originales, los criterios de aceptación de la reparación deberán caer sobre el individuo o equipo que realiza la inspección. Los elementos readecuados deberán ser inspeccionados en concordancia a los requerimientos originales.

I) Acciones correctivas y preventivas

- Solicitud de acciones correctivas: Se dará por la presencia de inconformidades significativas de naturaleza recurrente que indiquen un problema del sistema que debe ser solucionado bajo la solicitud de una acción correctiva. Al determinar las causas de raíz de dichas condiciones, así como de las acciones correctivas apropiadas, podremos evitar futuras condiciones de inconformidad.
- Se deberán establecer y mantener procedimientos para implementar acciones correctivas y preventivas. Cualquier acción preventiva o correctiva tomada para eliminar las

causas de actuales o potenciales inconformidades deberá ser la apropiada de acuerdo a la magnitud de los problemas y conmensurada con los riesgos encontrados.

- Cambios en los procedimientos como resultado de una acción correctiva y preventiva deberán ser implementados y registrados en la documentación.

m) Tratado de los procedimientos

Para asegurar la calidad del hormigón colocado, es esencial que cada uno de los procedimientos y las instrucciones se encuentren detallados y a disposición del personal de la planta hormigonera y del personal del proyecto del propietario.

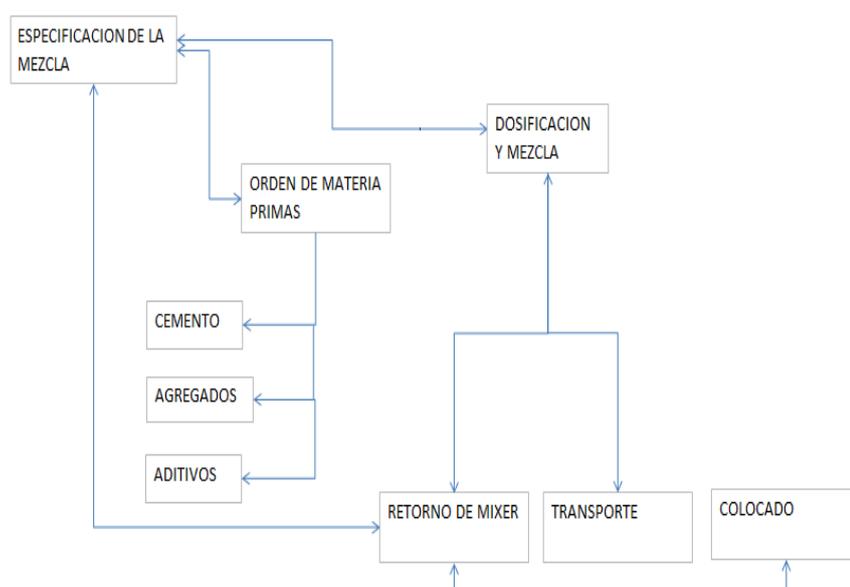


Figura 63: Trazado de procedimientos

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	DIAGRAMA DE TRAZABILIDAD	FECHA:
		PAGINAS
APROBADO POR:		
MODIFICACION DE DOCUMENTOS		
Formato utilizado para solicitar cualquier modificacion necesaria para los documentos del CGC		
PARA:		
DE:		
FECHA:		
Solicito realizar las modificaciones indicadas al presente docuemnto.		
		RECEPCION
		FECHA:
		FIRMA
		Aseguramiento de la calidad
Solicitado por: _____		
_____ Responsable del cambio		_____ Aprobado por

Figura 64: Diagrama de trazabilidad

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	DIAGRAMA DE TRABAJABILIDAD	FECHA:
		PÁGINA 2 de 2
	APROBADO POR:	

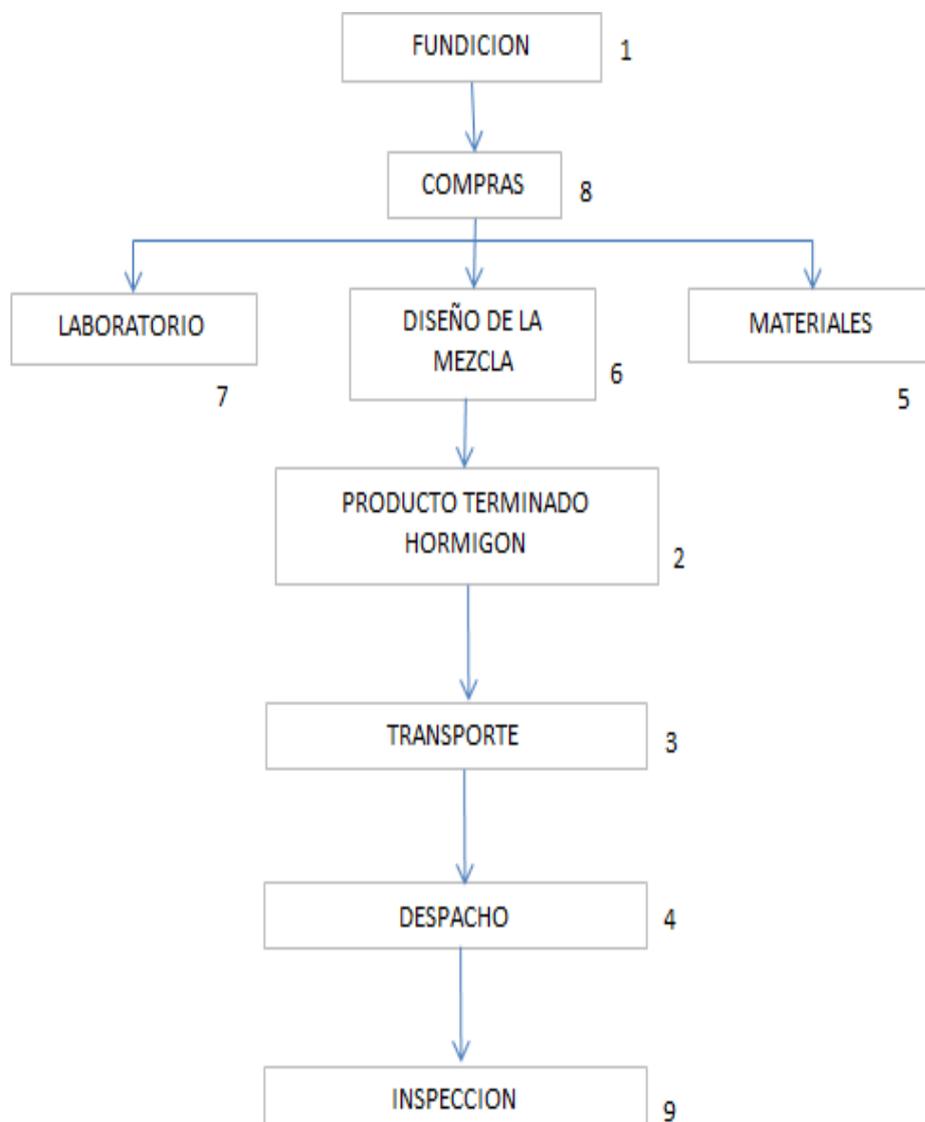


Figura 65: Diagrama de trabajabilidad

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	DIAGRAMA DE TRAZABILIDAD	FECHA:
		PÁGINA 2 de 2
APROBADO POR:		D1

1. CONTROL DE COLOCADO, FECHA, APROBACION.

2. NUMERO DE ONDEN DE DESPACHO, FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN.

3. ORDEN DE DESPACHO CONTROL DE LLEGADA

4. NUMERO DE ORDEN DE DESPACHO

5.INSPECCION, APROBACION

6.NUMERO DE DISEÑO DE MEZCLA, FECHA Y RESPONSABLE.

7. ENSAYO DE MATERIALES Y ESPECIFICACIONES.

8. ADQUISICIONES ORDEN DE PEDIDO

9.NUMERO DE ORDEN DE INSPECCION Y FECHA DE APROBACION

Figura 66: Diagrama de trabajabilidad

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

4.5.11. Procedimiento de planificación y programación de los procesos de producción

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN	FECHA:
		PÁGINAS 1 de 2
APROBADO POR:		P1

OBJETIVO

Llevar a cabo todas las tareas necesarias para planificar los procesos de producción.

ALCANCE

Procesos de producción

RESPONSABLES

Gerente de producción: Coordinación de Sistema de Gestión de Calidad

Asistente de producción

Jefe de despacho: Dosificación y Premezclado

Operario del Mixer

PROCEDIMIENTO

- El Gerente de producción, junto al Asistente de producción y el Jefe de Despacho deben realizar una Programación Mensual de Producción verificando que se encuentre dentro del presupuesto de operación.
- Asistencia de producción realiza una Programación Semanal de producción y despacho, la misma que se entrega a Jefe de despachos.
- Asistencia de producción además realiza el registro de control de las actividades de diseño de mezclas, selección de materiales, especificaciones de diseño y realiza semanalmente un Informe de Actividades, el cual pasa a ser revisado por El Gerente de Producción.
- Todos los despachos serán autorizados solamente después de recibir el Informe de Inspección aprobado.
- El Asistente de producción emitirá el diseño de mezclas al Jefe de despacho, quien procederá a la Dosificación según especificaciones del diseño.
- El Jefe de despachos, emite una Orden de despacho numerada, que incluye los números de la Inspección de Obra y de Diseño

de mezclas. Esta orden de despacho es entregada al Operario del Mixer, y retornará con la respectiva firma del Residente de Obra o del representante del Propietario.

- Los resultados tomados durante el vaciado se incluyen también dentro del Informe emitido por el Asistente de producción.
- Los resultados de los ensayos de los cilindros de control reflejarán específicamente la calidad del hormigón entregado. Asistente de producción emitirá un informe de estos resultados. Los cilindros deberán ser tomados tal como se especifica en los Procedimientos de ensayos de control.
- Si existen errores en la información registrada, ésta deberá ser rectificadas a tiempo, a la entrega de los resultados de los ensayos de control.
- Toda esta información será archivada y clasificada de manera electrónica y en documentación física. Información que deberá ser de plena disponibilidad para el cliente.

REGISTROS

Lista de Control de Inspección de Obra

Control de Diseño de Mezclas

Orden de Despacho

Control de Vaciado del Hormigón

4.5.12. Procedimiento de protocolo

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	PROCEDIMIENTO DE PRECOLOCADO	FECHA:
		PÁGINAS 1 de 3
	APROBADO POR:	

OBJETIVO

Establecer procedimientos y condiciones necesarias para la producción del hormigón que serán revisados y analizados antes de la entrega del producto.

ALCANCE

Deberán asistir el propietario de la obra o su representante que normalmente es el Ingeniero Residente, el calculista, subcontratistas, y el laboratorista.

Se debe tener en cuenta que la mayor parte de los elementos a señalar consten en el contrato. Cuya finalidad es reiterar estos elementos y promover buena comunicación entre todos los involucrados.

RESPONSABLES

- Propietario o Calculista: Moderador de la reunión.
- Residente: Coordinación de logística en la obra.
- Asistente de Producción: Coordinación de logística en planta.

PROCEDIMIENTO

- ✓ La metodología para designar los distintos tipos de mezclas deberá ser definida por acuerdo de las partes involucradas, así como también se deberá definir los procedimientos para tratar con cualquier potencial problema en el despacho programado o en una inusual demanda.
- ✓ Antes de que llegue el primer camión a la obra, ya deberá estar establecido el plan de procedimientos para:
 - a) cuando los camiones entran y salen del sitio de trabajo,
 - b) para esperar,
 - c) para maniobrar,
 - d) para colocarse en posición y
 - e) para el lavado luego del vaciado.
- ✓ Debe considerar el espacio disponible, las condiciones del camino, los métodos de colocación y demandas del cronograma.

4.5.13. Procedimiento de precolocado

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	PROCEDIMIENTO DE PRECOLOCADO	FECHA:
		PÁGINAS 2 de 3
	APROBADO POR:	

Charlas prohormigonado

- ✓ La mejor forma para prevenir problemas innecesarios es a través de conferencias previas al hormigonado.
- ✓ Deberá ser el calculista quien conduzca la charla. De no ser posible, será el contratista quien lo haga.
- ✓ Algunos elementos a tratar en la agenda:
 - Revisión de las mezclas aprobadas, incluyendo las opciones de aditivos.
 - Confirmación del sitio donde cada mezcla será utilizada.
 - Información necesaria para la hoja de despacho.
- ✓ Revisión del ensayo en obra:
 - Frecuencia de los ensayos en sitio

- Facilidad de acceso para la toma de muestras y designación del área en donde los ensayos se llevarán a cabo. El laboratorio de ensayos proveerá de un listado de aquellos técnicos calificados para realizar los ensayos en el sitio de trabajo. El contratista podrá observar al personal mientras realiza el muestreo.
 - Facilidades para almacenar los cilindros en la obra. Tolerancias para asentamiento y contenido de aire.
 - Interpretación de las limitaciones de la temperatura del hormigón y tiempos de entrega.
-
- ✓ Control de la adición de agua en obra. Se deben establecer los lineamientos para la adición. No tiene por qué haber problemas para adicionar agua y mejorar el asentamiento hasta el límite especificado, siempre y cuando no se exceda la relación agua-cemento especificada.
 - ✓ Súper-plastificantes y control de asentamiento.
 - ✓ Procedimientos para evaluar los ensayos de resistencia.
 - ✓ Procedimientos para ensayos adicionales luego de ensayo no válido:
-
- ✚ Ensayos a utilizar:
 - ✚ Bases para aceptación.
 - ✚ Asignación del costo.

- ✓ Distribución de resultados.
- ✓ Líneas de comunicación entre todos los participantes.
- ✓ Situaciones especiales (volúmenes u horarios inusuales).
- ✓ Métodos y tolerancias para el terminado.
- ✓ Manejo de desperdicios.
- ✓ Alternativas en caso de emergencia (falla de los equipos, clima extremo).
- ✓ Al revisar las mezclas de hormigón, deberá discutirse acerca de cambios rutinarios que podrían presentarse. Por ejemplo, la mezcla aprobada incluye un reductor de agua.
- ✓ Los cambios de temperatura determinarán el uso de un reductor de agua retardante o un reductor de agua acelerante. ¿Constituye esto un cambio que requiera de aprobación? Probablemente no, pero es de ayuda estar de acuerdo acerca de hasta dónde los cambios son permitidos, y confirmar la libertad para usar aditivos de aceptación general que podrían ser de ayuda.
- ✓ El contratista tiene mucho que ganar si los ensayos en la obra son realizados correctamente.
- ✓ Debe haber un claro entendimiento de las bases en las cuales una bachada de hormigón podría ser rechazada, por qué y por quién. Hay que confirmar las tolerancias para el asentamiento y el contenido de aire.

- ✓ Si se realizan ensayos adicionales causados por bajas resistencias, se deberá acordar quién será el responsable de los costos adicionales. La evaluación de los ensayos de resistencia del hormigón para la aceptación tendrá validez solamente si estos ensayos han sido realizados en concordancia con los estándares aplicables ASTM e INEN.
- ✓ La planta hormigonera no se hará responsable de ningún ensayo adicional causado por resistencias bajas de ensayos adicionales realizados incorrectamente.
- ✓ Las improvisaciones de último momento rara vez son exitosas.

Tabla 12: Lista de control sesión de hormigón

						LUGAR	
						FECHA	
						HORA	
LISTA DE CONTROL							
SESION DE PREHORMIGONADO							
PARTICIPANTES		PROPIETARIO	RESIDENTE DE OBRA	CALCULISTA	PROVEEDOR DE HORMIGON	LABORATORISTA	JEFE DE PRODUCCION
FASE EN OBRA							
NOMBRE							
DIRECCION							
TELEFONO							
DISTRIBUCION DE TIEMPO EN LA JUNTA							
DISEÑO DE MEZCLA							
APROBADO POR							
RESPONSABILIDADES EN LA INSPECCION							
PREPARACION DEL SITIO DE TRABAJO							
ENCOFRADO							
SUBRASANTE							
SUBBASE							
COLOCADO DEL HORMIGON							
CONSOLIDACION DEL HORMIGON							
TERMINADO DEL HORMIGON							
CURADO DEL HORMIGON							
REMOCION DEL ENCOFRADO							
RESPONSABILIDADES EN LAS ACCIONES PREVENTIVAS/ CORRECTIVAS							
ENCONFRADO							
JUNTAS							

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Tabla 13: Lista de control sesión prehormigonado A

						LUGAR	
						FECHA	
						HORA	
LISTA DE CONTROL							
SESION DE PREHORMIGONADO							
PARTICIPANTES		PROPIETARIO	RESIDENTE DE OBRA	CALCULISTA	PROVEEDOR DE HORMIGON	LABORATORISTA	JEFE DE PRODUCCION
FASE EN OBRA							
SUBRASANTE							
SUBBASE							
COLOCADO DEL HORMIGON							
CONSOLIDACION DEL HORMIGON							
TERMINOS DEL HORMIGON							
CURADO DEL HORMIGON							
REMOCION DEL ENCOFRADO							
ENSAYO DEL HORMIGON FRESCO							
FRECUENCIA DE LOS ENSAYOS							
SELECCIÓN DE ENSAYOS POR REALIZAR							
NUMERO DE MUESTRA POR ENSAYO							
ENSAYOS ADICIONALES							
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LOS CILINDROS							
RESPONSABLES DE LA TOMA DE CILINDROS							
RESPONSABLE DEL CONTROL DE TEMPERATURA							
RESPONSABLE DEL CUIDADO DEL CILINDRO DURANTE EL TRANSPORTE							
RESPONSABLE DEL CUIDADO DEL CILINDRO DURANTE ALMACENAMIENTO							
ACCESO A LA OBRA ANTES Y DESPUES DEL COLOCADO DEL HORMIGON							

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Tabla 14: Lista de control sesión prehormigonado B

LISTA DE CONTROL						
SESION DE PREHORMIGONADO						
PARTICIPANTES	PROPIETARIO	RESIDENTE DE OBRA	CALCULISTA	PROVEEDOR DE HORMIGON	LABORATORISTA	JEFE DE PRODUCCION
FASE EN OBRA						
ACEPTACION Y RECHAZO DEL HORMIGON FRESCO						
RESPONSABILIDAD PARA ADICIONAR AGUA EN LA MEZCLA EN OBRA						
HORMIGON Y SU CONTENIDO DE AIRE						
DISTRIBUCION DE REPOSTES, INFORMES Y REGISTROS						
ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDOS						
SELECCIÓN DE ENSAYOS POR REALIZAR						
NUMERO DE MUESTRA POR ENSAYO						
ENSAYOS ADICIONALES						
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LOS CILINDROS						
SOLUCIONES QUE REQUERAN ENSAYOS ADICIONALES						
SELECCION DE ENSAYOS POR REALIZAR						
RESPONSABLE DE LA REALIZACION DE LOS ENSAYOS ADICIONALES						
DISCUSIÓN DEL CRONOGRMA PAR AL EL VACIADO						
DISCUSION DE LA DURACION DEL PROYECTYO						

LUGAR	
FECHA	
HORA	

MODERADOR

PROPIETARIO DEL PROYECTO

CALCULISTA

HORMICONCRETOS

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

4.5.14. Procedimiento de inspección de obra

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONER	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE OBRA	FECHA:
		PÁGINAS 1 de 4
	APROBADO POR:	

OBJETIVO

Asegurar que el sitio de trabajo esté listo antes de ordenar el hormigón.

ALCANCE

Se procederá, contando con el tiempo suficiente, con la inspección de los encofrados, refuerzos, condiciones del suelo y equipo de colocado sin la presión de que los camiones están en camino o en espera. Una vez que la producción comienza fluidamente, es más fácil que ésta sea acelerada.

RESPONSABLES

Inspector de la planta hormigonera: Inspección del estado del sitio de trabajo

PROCEDIMIENTOS

Preparación del sitio de trabajo

- Previamente al hormigonado, el substrato deberá ser humedecido (no saturado) para prevenir la absorción excesiva del agua de la mezcla
- Con substratos y suelos adecuadamente preparados se reduce significativamente los riesgos de alabeo y ocurrencia de grietas por contracción plástica.
- El suelo para colocar una losa debe presentar una superficie plana y bien gradada para prevenir contracción por secado no uniforme, minimizar la fricción con la base y proveer un ancho uniforme a la losa.
- Todos los materiales necesarios para la colocación del hormigón deberán encontrarse en la obra y a la mano material de juntas, acero de refuerzo, materiales de curado y las láminas de plástico necesarias para cubrir las losas fundidas en caso de lluvia.
- Justo antes de que llegue el primer camión, se deberá realizar una última inspección del camino para asegurar que la entrada y salida desde el sitio de descarga está claro y despejado.
- La inspección no remueve responsabilidades del trabajador en la construcción. Más bien, permite al administrador medir los

niveles de calidad y provee de información para optimizar el sistema.

- Personal calificado debe estar disponible para completar todas las inspecciones requeridas a tiempo con el menor retraso para los grupos de trabajo.
- El servicio para una superficie de hormigón está frecuentemente afectado por los procedimientos a seguir antes y después del colocado, como por ejemplo el ajuste del encofrado, la preparación del subsuelo y el control de la colocación del hormigón.

Preparación de la Subrasante

- Las fisuras, asentamiento de la losa y fallas estructurales frecuentemente son resultantes de la preparación inadecuada y de la mala compactación de la subrasante.
- La subrasante sobre la cual se vaya a colocar una losa debe ser bien drenada, con capacidad de soporte uniforme, nivelada o adecuadamente inclinada y libre de césped, materia orgánica e hielo.
- Las tres mayores causas de falta de uniformidad de soporte son:
 - ✓ presencia de suelos suaves, inestables y saturados o suelos pedregosos, o relleno sin la compactación adecuada y suelos expansivos.

- El soporte uniforme no se puede lograr solamente vertiéndose material granular sobre el área suave. Las áreas suaves o con suelos saturados y puntos duros se deben excavar y rellenar con un suelo similar a la subrasante circundante o con material granular tal como la arena, la grava o piedra triturada, caso no haya disponibilidad de un suelo similar, a fin de prevenirse la fisuración por asentamiento y por falta de soporte.
- Todos los materiales de relleno se deben compactar para proporcionar el mismo soporte uniforme del resto de la subrasante. La prueba con el camión basculante totalmente cargado u otro equipo igualmente pesado, normalmente se usa para identificar áreas con suelos inestables que necesitan de una atención adicional.
- Se debe recordar que el suelo sin alteración generalmente proporciona un mejor soporte para losas que el material compactado. Los suelos expansivos, compresibles y potencialmente problemáticos se deben evaluar por un ingeniero geotécnico y se puede requerir un diseño especial de la losa.

Sub-base

- Se puede construir una losa satisfactoria sobre el terreno sin la subbase. Sin embargo, frecuentemente se coloca una subbase sobre la subrasante como una capa niveladora para igualar

irregularidades superficiales pequeñas, mejorar la uniformidad de soporte, llevar el sitio para el nivel deseado y servir como un freno capilar entre la losa y la subrasante.

- Donde se emplee la subbase, el contratista debe colocar y compactar, a prácticamente la densidad máxima, una capa de 100 mm de espesor de material granular, tal como arena, grava, piedra triturada o escoria. Si se necesita una subbase más espesa, el material se debe compactar en capas finas con cerca de 100 mm, a menos que pruebas determinen que la compactación de una capa más espesa sea posible.
- Las subrasantes y las subbases se pueden compactar con vibradores de placa pequeños, rodillos vibratorios y mazos o pisones de manuales. A menos que la subbase sea bien compactada, es mejor no utilizar la subbase, sencillamente dejando la subrasante descubierta y sin alteración.

Encofrados

- La inspección del encofrado deberá incluir un chequeo de la alineación, de las uniones y abrazaderas, de la estabilidad del suelo en donde el encofrado es armado y asegurado, y del manejo del encofrado.
- Los encofrados son diseñados para presiones específicas. Se debe estar seguro de los factores que incrementan las presiones

como bajas temperaturas, uso de retardantes, alto asentamiento (especialmente con superplastificantes), vibración.

- También debemos asegurarnos de confirmar que no hayan ocurridos cambios no planificados.
- Los encofrados de los bordes y las maestras intermedias se deben fijar firmemente en nivel y perfil especificado para la superficie acabada. Los encofrados para los bordes de las losas son normalmente de metal o de madera apuntalados firmemente con las estacas de madera o de metal, para mantenerlas en alineamiento horizontal y vertical.
- Los encofrados deben ser rectas y libres de combaduras y deben tener resistencia suficiente para resistir a la presión del hormigón, sin curvarse. También deben ser suficientemente resistentes para soportar cualquier equipo mecánico de colocación y acabado.

Protección Contra la Lluvia

- Antes del inicio de la colocación del hormigón, el propietario y el contratista deben estar conscientes de algunos procedimientos que se deben seguir en caso de una lluvia eventual durante la colocación del hormigón.
- Deben estar disponibles en la obra cubiertas protectoras, tales como láminas de polietileno o lona impermeable. Cuando la

lluvia empiece, todas las operaciones de dosificación y colocación se deben interrumpir y el hormigón fresco se debe cubrir hasta el punto que la lluvia no marque la superficie del hormigón, ni tampoco retire la pasta de cemento.

- Cuando la lluvia cese, se debe remover la cubierta y se deben tomar medidas correctivas, tales como retexturización de la superficie o retrabajo del hormigón colado fresco, antes que se reasuma la colocación del hormigón.

Tabla 15: Inspección de obra

INSPECCION DE LA OBRA					
CLIENTE/ PROYECTO:				FECHA: _____	
UBICACION:				LUGAR: _____	
SECTOR:				INSPECTOR: _____	
N° DE INSPECCION APROBADA					
ACCESO A LA OBRA					
SENTIDO	UNA VIA	DOBLE VIA		NIVEL	NUMERO
PENDIENTE DE LA VIA	NINGUNA	ACCESIBLE LEVE	MEDIA	INACCESIBLE MODERADA	PRONUNCIADA
ACCESIBILIDAD	EN METROS LINEALES	LEVE	MINMO REQUERIDO (M)	ACCESIBLE	
	ANCHO DE LA VIA		<10<		
	ANCHO DE LA ENTRADA EN SI				
ESTADO DE LA VIA	PAVIMENTO	EMPEDRADO	ADQUINADO	AFIRMADO	
VIA ALTERNATIVA	ESPECIFICAR:				
				DISTANCIA EN METROS DESDE LA BOMBA/MIXER AL SITIO DE VACIADO _____ M	
				VOLUMEN REQUERIDO (M3) SOLICITADO _____ CUBICAD _____ CONFIRMADO _____	
ESTADO DEL SITIO DE FUNDICION DEL HORMIGON					
ESTADO DELELEMENTO	LISTO	INCONCLUSO(%)	OBSERVACIONES		
ENCOFRADO					
SUBRASANTE					
PROTECCION CONTRA FACTORES AMBIENTALES					
APUNTALAMIENTO					
INSTALACIONES ELECTRICAS					
INSTALACIONES SANITARIAS					
HIERROS Y ACEROS					
SISTEMA PREVISTO DE TERMINADO					
SISTEMA PREVISTO DE CURADO					
EQUIPO DE CONSOLIDACION					
APROBADO	SI		FECHA Y HORA DE FUNDICION		
	NO		FECHA Y HORA SEGUNDA INSPECCION		
_____ INSPECCIONADO POR			_____ CLIENTE		

FUENTE: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

4.5.15. Procedimiento de diseño de mezclas

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLAS	FECHA:
		PÁGINA 1 de 2
	APROBADO POR:	

OBJETIVO

Este proceso implica la selección del diseño de mezclas que va a utilizarse en la obra.

Esta selección se basará en las especificaciones dadas por el cliente durante el proceso de pre-hormigonado. Las proporciones de cada una de las mezclas de hormigón a ser utilizadas serán enviadas por la planta hormigonera o por el laboratorio de ensayos al propietario o su representante, en caso que este las solicitara.

RESPONSABLES

- ✓ Gerente de Producción: Aprobación del diseño
- ✓ Asistente de Producción: Diseño
- ✓ Laboratorista: Diseño

PROCEDIMIENTOS

- ✓ El procedimiento se simplifica si existen registros previos del desempeño en obra de la mezcla a ser enviada.
- ✓ El registro deberá incluir 30 ensayos sucesivos de resistencia de un trabajo (o dos grupos de ensayos que sumen 30) hecho durante los 12 últimos meses.
- ✓ Los resultados de los materiales obtenidos en los ensayos deberán ser similares a los que se anticipan para el nuevo trabajo. y la resistencia de diseño (f'_c) deberá encontrarse según la necesidad del proyecto.
- ✓ Menos de 30 pruebas podrían ser utilizadas, pero se deberá aplicar un factor de seguridad a la desviación estándar para incrementar el valor promedio de la resistencia requerida.
- ✓ De no existir datos de campo previos, será necesario realizar ensayos de prueba de mezclas. Se ensayará tres mezclas con diferentes relaciones de agua/cemento (una alta, una media y una baja), delimitando la resistencia requerida. La resistencia promedio requerida será sobre diseñada a casi el doble de lo necesario una vez que los datos de campo estén disponibles.
- ✓ Es necesario que el contratista, junto con la empresa hormigonera, examine los resultados con suficiente anterioridad al hormigonado. Esto es especialmente importante en caso de

usar la prueba de mezclas debido al tiempo que se necesitaría para hacer los ensayos necesarios.

LA MEZCLA DE HORMIGÓN

- ✓ Hay que estar seguros exista un entendimiento entre las dos partes referente a los requisitos de las especificaciones del hormigón.
- ✓ El diseño de mezcla estará basado en un asentamiento específico. Caso contrario, el diseño de mezcla usualmente se basará en un asentamiento de 8 cm a 10 cm.
- ✓ El hormigón bombeado podría ser bastante distinto al hormigón colocado mediante balde o por la mezcladora –incluso cuando las mezclas son diseñadas para la misma resistencia.
- ✓ Es prudente que en algunos casos se envíen dos diseños de mezcla para la misma resistencia.
- ✓ El contratista podrá tener entonces la opción de cambiar de método de colocado durante la construcción sin tener que preocuparse acerca de conseguir visto bueno para los cambios de diseño de mezclas en un momento crítico de la obra.
- ✓ Hormigón bombeado: La mezcla usualmente tendrá un mayor contenido de arena que aquellas mezclas no bombeadas. El uso de introductores de aire y de puzolana ayuda a la mezcla en el bombeado y permite se mantenga homogénea reduciendo el

peligro de que la pasta de cemento se separe del agregado debido a la presión. El agregado redondeado como de piedra de río ayudara a que el bombeado sea más sencillo comparado a uno con el uso de agregado angular como la piedra molida.

REGISTROS

Tabla 16: Control de diseño de mezclas

DISEÑO DE MEZCLA						
CLIENTE/ PROYECTO:			DISEÑO N°:			
			CALCULISTA:			
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES						
CEMENTO	MARCA	CARACTERISTICAS	DENSIDAD			
AGREGADO GRUESO	PROCEDENCIA	Tmax	CARACTERISTICA	PESO Uc	PESO Us _g	DENSIDAD (DG)
AGREGADO FINO	PROCEDENCIA	CARACTERISTICAS	MODULO DE FINURA (MF)	PESO U _{cf}	DENSIDAD (DF)	
ADITIVOS	MARCA	CARACTERISTICAS	DOSIFICACION (cm ³)			
AGUA	RELACION a/c					
CARACTERISTICAS DEL DISEÑO						
RESISTENCIA ESPECIFICADA (f'c)	RESISTENCIA DE DISEÑO f _{cm}	ASENTAMIENTO (cm)	CONTENIDO DE AIRE %	TRABAJABILIDAD	CONSITENCIA	
PROPORCIONES DE MEZCLA						
			MATERIALES	DOSIFICACION (KG/CM ³)		
			AGUA			
			CEMENTO			
			AGREGADO GRUESO			
			AGREGADO FINO			
						DENSIDAD EN ESTADO FRESCO DEL HORMIGON
DISEÑADO POR			APROBADO POR			

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

4.5.16. Procedimiento de dosificación y mezclado

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO	FECHA:
		PÁGINAS 1 de 3
	APROBADO POR:	
		PDM

OBJETIVO

Definir la dosificación de mezclas en base a los requerimientos especificados en el diseño de mezclas de hormigón.

ALCANCE

Se aplica sobre la línea de dosificación de la planta de hormigón. Se procede luego de recibir el diseño de mezclas previamente aprobado. La dosificación es el proceso de medida, por masa o por volumen, de los ingredientes del hormigón y su introducción en la mezcladora. Para producir un hormigón con calidad uniforme, los ingredientes se deben medir con precisión.

RESPONSABLES

Gerente de producción: Coordinación de SGC

Asistente de producción

Jefe de despacho: Dosificación y Premezclado

PROCEDIMIENTOS

Dosificación

- La mayoría de las especificaciones requiere que la dosificación sea por masa y no por volumen. El agua y los aditivos líquidos se pueden medir con precisión tanto por volumen como también por masa.
- Las especificaciones normalmente requieren que los materiales se midan con la siguiente precisión:
 - Material cementante $\pm 1\%$
 - Agregados $\pm 2\%$
 - Agua $\pm 1\%$
 - Aditivos $\pm 3\%$.
- Los equipos deben ser capaces de medir las cantidades con estas tolerancias para la menor cantidad de mezcla normalmente usada, bien como para mezclas mayores.

- Los aditivos químicos líquidos se deben adicionar a la mezcla en soluciones acuosas.
- Los aditivos que no se pueden adicionar a la mezcla en solución, se los puede dosificar por masa o por volumen, de acuerdo con la recomendación del fabricante.
- Se deben verificar los surtidores de aditivos frecuentemente, pues errores en su dosificación, principalmente en el caso de sobredosis, pueden crear problemas serios tanto en el hormigón fresco como en el endurecido.

Mezclado del hormigón

- Todo hormigón se debe mezclar completamente hasta que tenga una apariencia uniforme, con todos sus ingredientes igualmente distribuidos.
- Las mezcladoras no se deben cargar más que sus capacidades y se deben operar en la velocidad de mezclado recomendada por el fabricante.
- Se puede aumentar la producción con el uso de mezcladoras mayores o con mezcladoras adicionales, pero no a través del aumento de la velocidad de mezclado o de la sobrecarga del equipo con el cual se cuenta.

- Si las paletas de la mezcladora se desgastan o se recubren con hormigón endurecido, el mezclado va a ser menos eficiente. Estas condiciones se deben corregir.
- El hormigón mezclado en planta se mezcla completamente en la mezcladora estacionaria y se lo entrega en un camión mezclador o Mixer.
- Cuando se usan camiones mezcladores, la ASTM C 94 también limita el tiempo entre mezclado y descarga completa del hormigón en la obra en 1 y 1/2 hora, o antes que el camión haya logrado 300 revoluciones después de la adición del agua al cemento y agregados, o de introducir el cemento a los agregados.
- Los mezcladores y agitadores se deben siempre operar dentro de los límites de volumen y velocidad de rotación designados por el fabricante del equipo.
- Si el hormigón fue adecuadamente mezclado, las muestras tomadas de diferentes porciones de la mezcla van a tener esencialmente la misma masa volumétrica, contenido de aire, revenimiento (asentamiento) y contenido de agregado grueso.
- El hormigón ligero (liviano) estructural se puede mezclar de la misma manera que el hormigón de peso normal, cuando el agregado tiene menos que 10% de absorción total en masa o cuando la absorción es menor que 2% en masa en las dos primeras horas de inmersión en agua.

4.5.17. Procedimiento de instrucciones de despacho

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	INSTRUCCIONES DE DESPACHO	FECHA:
		PÁGINA 1 de 2
	APROBADO POR:	

OBJETIVO

Establecer los procedimientos y los responsables dentro de proceso de despacho del hormigón a la obra.

ALCANCE

Este proceso abarca desde la salida del producto y con previa inspección del sitio de trabajo y así empezar con la colocación del hormigón.

RESPONSABLES

- Propietario de la obra: Informará a la planta hormigonera, quien es la persona autorizada para realizar una orden o solicitar cambios en un pedido o cronograma.

- El contratista deberá confirmar quién es la persona autorizada para tomar los pedidos en la planta de premezclado.

PROCEDIMIENTOS

- La ASTM C 94 describe tres opciones para pedir y especificar hormigón:
 - ✚ Opción A: Basada en el desempeño. Ésta requiere que el cliente especifique sólo la resistencia a compresión, mientras que el productor del hormigón selecciona las proporciones de la mezcla necesarias para la obtención de la resistencia a compresión requerida.
 - ✚ Opción B: Basada en prescripción. El comprador especifica las proporciones de la mezcla, incluyendo el contenido de cemento, agua y aditivos.
 - ✚ Opción C: Es una opción mezclada. Ésta requiere que el productor de hormigón seleccione las proporciones con el contenido mínimo de cemento y la resistencia específica por el comprador.
- Se emite la orden de despacho luego de haber cumplido con dos requisitos fundamentales:
 - ✚ La Inspección del sitio de trabajo en la obra
 - ✚ La recepción del diseño de mezclas aprobado por el Jefe de Producción.

- En el despacho se contempla el envío del producto, sus condiciones y el equipo necesario para una adecuada colocación.

CONTROL DE VOLUMEN EN PLANTA

- Los mixers y las volquetas, una vez que han sido cargados, pasaran a la báscula para verificar que el peso este en concordancia con los datos del diseño de mezclas.
- Se procede a sellar los canalones de los mixers.

REFERENCIAS

Normas ASTM C138

REGISTROS



Figura 67: Mezclado en planta y entrega con camión mezclador
FUENTE: FOTOS DE PLANTA HORMIGONERA HORMICONCRETOS

Tabla 17: Orden de despacho

ORDEN DE DESPACHO						
CLIENTE/ PROYECTO:			ORDEN N°:			
UBICACIÓN:		FECHA:				
SECTOR:		LUGAR:				
N° DE INSPECCION APROBADA			DISEÑO DE MEZCLAS N°			
DESPACHO						
REQUERIMIENTOS	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)	ASENTAMIENTO (cm)	VOLUMEN CONFIRMADO (m3)	NUMERO DE MIXER	NUMERO DE BOMBAS	NUMERO DE VOLQUETAS
QUIPO						
BOMBA	N°	SCHWING	PEGASO	PULZMEISTER		
TUBERIA	DISTANCA	N° DE TUBOS	N° CODOS			
_____			_____			
APROBADO POR			CLIENTE			

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

4.5.18. Procedimiento instrucciones de transporte

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	INSTRUCCIONES DE TRANSPORTE	FECHA:
		PÁGINAS 1 de 3
	APROBADO POR:	

OBJETIVO

La planeación anticipada puede ayudar en la elección del método más apropiado de manejo.

ALCANCE

Consideremos las siguientes tres condiciones que, si suceden durante el manejo y la colocación, pueden afectar seriamente la calidad del trabajo acabado

RESPONSABLES

Operario de Mixer: manejo del camión mezclador

Residente de obra: inspección y seguimiento del proyecto

PROCEDIMIENTOS

- El hormigón que se mantiene en agitación generalmente se lo puede colocar y compactar en un periodo de 1 y 1/2 horas después del mezclado, a no ser que la temperatura elevada del hormigón o el contenido alto de cemento aceleren excesivamente la hidratación.
- Menos tiempo está disponible durante las condiciones que apresuran el proceso de endurecimiento, tales como clima caluroso y seco, uso de aceleradores y hormigón caliente.
- El hormigón empieza a endurecerse en el momento que se mezclan los materiales cementantes y el agua, pero el grado de endurecimiento que ocurre en los primeros 30 minutos no es un problema.

REFERENCIAS

Métodos y Equipos de Transporte y Manejo del Hormigón

La Tabla 18 resume los métodos y los equipos más comunes para el transporte del hormigón hasta el punto donde se lo requiere.

Tabla 18: Métodos y equipos para el transporte de hormigón

EQUIPO	TIPO Y RANGO DE TRABAJO ADECUADO PARA EL EQUIPO	VENTAJAS	OBSERVACIONES
Baldes	pteros para la construcción de edificios y presas	Permite aprovechar al máximo la versatilidad de las grúas cableadas y helicópteros.	Escoja la capacidad del cubo de acuerdo con el tamaño de la mezcla y la capacidad del equipo de colocación
Bombas	Usadas para transportar hormigón directamente desde el punto de descarga de la central hasta el encofrado o el punto de descarga	La tubería ocupa poco espacio y se la puede extender fácilmente. La descarga es continua. LA BOMBA PUEDE MOVER EL HORMIGÓN VERTICAL Y HORIZONTALMENTE.	se hace necesario un suministro de hormigón fresco con consistencia media y sin tendencia a segregarse
camión mezclador	Usados para transportar hormigón para pavimentos e estructuras y edificios la distancia de transporte debe permitir la descarga del hormigón en 1 hora 30 min	No necesita de una central mezcladora solo de una planta dosificadora pues el hormigón fresco se mezcla completamente en el camión	el tiempo de descarga debe adecuarse a la organización de la obra el personal y los equipos deben estar listos en la obra para el manejo del hormigón.
canalones sobre camión mezclador	para transportar hormigón a un nivel inferior normalmente abajo del nivel del terreno	bajo costo y facilidad de maniobrar	se deben soportar adecuadamente en todas las posiciones

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

Tabla 19: Métodos y equipos para el transporte de hormigón

EQUIPO	TIPO Y RANGO DE TRABAJO ADECUADO PARA EL EQUIPO	VENTAJAS	OBSERVACIONES
		Refuerzo.Previene la segregacion de las particulas de agregado grueso	
Caretillas	Para transporte en corto y plano en todos los tipos	Versatiles e ideales en interiores y obras donde las condiciones de colocacion cambian	lentas y de trabajo intensivo
Esparcidores	Usados para esparcir hormigon en areas grandes como pavimentos	Permite esparcir el hormigon en areas amplias de manera rapida el cual teendra una buena uniformidad de compactacion antes que se emplee la vibracion para la compactacion final	Se usan como parte del tren de pavimentacion.Se utilizan para esparcir el hormigon antes de la vibracion
Pistolas neumaticas	usadas para hormigon lanzado	Ideal para colocar el hormigon en formas libres de encofrados para reparacion de estructuras para recubrimientos protectores	La calidad del trabajo depende de la habilidad del operario quien debera

Fuente: ELABORADO POR VALERIA MEJIA Y EVELYN PACHACAMA

4.5.19. Procedimiento de premezclado

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	PROCEDIMIENTO DE PREMEZCLADO	FECHA:
		PÁGINA 1 de 2
	APROBADO POR:	
		PR2

OBJETIVO

Mantener el hormigón fresco tanto en las volquetas como en el tambor de la mezcladora mientras se espera descargar, ya que podría rigidizarse durante el desarrollo del fraguado inicial.

ALCANCE

Abarca los acciones de remezclado que se dan cuando el camión mezclador se encuentra en espera en la obra. Este hormigón se puede utilizar si bajo el remezclado se vuelve suficientemente plástico para que se lo compacte en los encofrados.

RESPONSABLES

- Ingeniero supervisor de la planta hormigonera
- Operario del Mixer

PROCEDIMIENTOS

- ✓ Se permite la adición de agua para el remezclado del hormigón cuando el camión llega a la obra y el asentamiento es menor que lo especificado, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:
 - ✚ No exceda la relación agua-cemento permisible, incluyéndose el agua en la superficie de los agregados, agua de mezcla y agua de remezclado;
 - ✚ No se exceda el revenimiento (asentamiento) máximo permisible;
 - ✚ No se excedan el tiempo máximo de mezclado y de agitación (o revoluciones del tambor) y el hormigón sea remezclado por lo menos 30 revoluciones en la velocidad de mezclado o hasta que se logre la uniformidad del hormigón, de acuerdo con los límites descritos en las normas.

- ✓ No se debe adicionar el agua a la carga parcial.
- ✓ Si el endurecimiento prematuro se torna un problema persistente, se puede usar un aditivo retardador de fraguado para controlar la hidratación temprana, especialmente en mezclas con altos contenidos de cemento.

- ✓ Se permiten ajustes en la obra del introductor (incorporador) de aire y de otros aditivos, desde que sean mezclados lo suficiente.
- ✓ No se debe permitir la adición indiscriminada de agua para tornar el hormigón más fluido porque esto baja la calidad del hormigón.
- ✓ Tanto la adición tardía del agua así como el remezclado para reemplazar la mezcla pueden reducir considerablemente la resistencia del hormigón.

REFERENCIAS

Normas como la ASTM C 94 permiten la adición de agua para el remezclado del hormigón cuando el camión llega a la obra.

4.5.20. Procedimiento colocación y vaciado

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	PROCEDIMIENTO DE COLOCACIÓN Y VACIADO	FECHA:
		PÁGINAS 1 de 4
	APROBADO POR:	

OBJETIVO

Determinar la correcta selección del método de colocado para proceder con un apropiado vaciado del hormigón a través de procedimientos.

ALCANCE

La mayor parte de la planeación de un proyecto consiste en la selección del método más eficiente para colocar el hormigón. El procedimiento más conveniente y económico cuando no hay problemas de acceso hasta el sitio de colocado, será vaciar el hormigón directamente desde el Mixer. Si el sitio de vaciado está fuera del alcance del canalón del Mixer, otros métodos serán utilizados. Los más comunes son los canalones de extensión, las carretillas, bandas transportadoras y bombas.

RESPONSABLES

Operario del mixer: manejo del camión mezclador

Ingeniero supervisor de la planta hormigonera: seguimiento del procedimiento de colocado

PROCEDIMIENTOS

- El colocado empezara desde el punto más alejado para terminar acercándose hasta el sitio de despacho. Simplemente se sigue el mismo principio lógico que se usa al pintar para no quedar atrapado en una esquina. Comenzar en el punto más lejano y terminar en la salida.
- El mezclado, transporte y manipuleo del hormigón para losas se deben coordinar cuidadosamente con las operaciones de acabado. No se debe colocar el hormigón sobre el terreno o dentro de las encofrados más rápidamente de lo pueda ser extendido, nivelado, consolidado y aplanado. En realidad, el hormigón no se debe extender sobre un área extremadamente grande antes de la nivelación, ni se debe nivelar un área muy grande y permitir que el agua de sangrado se acumule antes del aplanado.
- Los grupos de acabado deben ser suficientemente grandes para colocar, acabar y curar adecuadamente las losas de hormigón,

considerándose los efectos de la temperatura de hormigón y de las condiciones atmosféricas sobre el tiempo de fraguado del hormigón y el tamaño del colado que se realizará.

- No se debe permitir que el hormigón se apile en un solo sitio; mueva la boca de salida de la tubería, balde o manguera para esparcir el hormigón mientras este es vaciado. Al hacerlo, se disminuirá la cantidad de aire atrapado y se evitara la tentación de esparcir el hormigón mediante el uso de un vibrador. Todo esto facilitara también el trabajo al usar las regletas/codales. Recuerde que nunca se debe usar el vibrador para esparcir el hormigón

Adición de agua en obra

- Este es un elemento que debe estar definido con la suficiente anticipación.
- Los responsables de la empresa hormigonera podrán indicar a los choferes de sus mezcladoras que lleven un registro de la cantidad de agua adicionada, registro que deberá constar con la firma autorizada de la persona que ordenó dicha adición de agua.
- Si se presentasen bajas resistencias en los ensayos, una de las primeras preguntas será referente a la adición de agua no autorizada.

- El agua deberá ser adicionada solamente de la manera en que lo indique la persona autorizada por el contratista.

Elección del mejor método

- Lo primero a observar será el tipo de obra, su tamaño físico, la cantidad total de hormigón a ser colocado y el tiempo de fraguado.
- El hormigón debe moverse desde el mixer hasta el punto de colocación lo más rápido posible, sin segregación ni pérdida de ingredientes.
- Los equipos de transporte y manejo deben tener la capacidad para mover una cantidad suficiente de hormigón para eliminar juntas frías.
- La especificación de la mezcla de hormigón afecta también la selección del método. El asentamiento, tipo y tamaño del agregado, o el uso de hormigón ligero o pesado favorecen a una forma de colocado sobre otra.
- El uso de aditivos puede ser importante si la mezcla debe ser ajustada según el método de colocación.
- Es ideal vaciar el hormigón de un mixer, uno a continuación de otro, a menos que se esté realizando el primer vaciado. Al vaciar hormigón desde más de un área inicial, para que luego estos

hormigones se junten en una sola vertiente, podría causar el efecto de hormiguero en el punto donde se combinan.

- La velocidad de vaciado debe ser suficientemente rápida, de tal manera que el hormigón colocado no se encuentre en fase de fraguado antes de que se coloque la siguiente capa sobre éste.

Descarga desde el Mixer

- Al momento de planificar, se deberá tener en cuenta el ángulo del canalón al momento del vaciado. Un hormigón de bajo asentamiento probablemente no fluirá con facilidad en un canalón largo y con poca inclinación, menos aún si el nivel del encofrado está más arriba del nivel del canalón. El canalón debe ser humedecido para facilitar el flujo de hormigón.
- Si el subsuelo no soporta a los camiones, es entonces cuando se usaran extensiones para el canalón y alcanzar sitios alejados de descarga sin tener que buscar otros métodos de colocado.
- Si las condiciones de la obra no permiten que el hormigón fluya por el canalón debido al bajo asentamiento, el uso de aditivos supe plastificantes es una buena alternativa, siempre que sea permitido por las especificaciones.

Uso de Carretillas

- Descargar el hormigón en carretillas para luego depositarlo en el sitio desde la carretilla requiere más trabajo que otros métodos, y puede ser una desventaja en lugares que demanden altos volúmenes.
- Las carretillas son convenientes para trabajos donde el transporte desde el punto de descarga hacia el punto de vaciado sea corto.
- Se utilizan a menudo en sistemas donde el hormigón es descargado y transportado por otros medios en una tolva, para luego ser llevado por la carretilla en distancias cortas y al fin ser colocado.
- Los corredores para la carretilla deberán ser lo más lisos posibles para evitar agitar la mezcla. Mezclas de un alto asentamiento se segregaran si son sujetas a una agitación excesiva.
- Los corredores deberán ser independientes a los aceros de refuerzos para evitar mover los hierros correctamente colocados.

REGISTROS

Lista de control de colocado, tabla siguiente

4.5.21. Procedimiento instrucciones de consolidación

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	INSTRUCCIONES DE CONSOLIDACIÓN	FECHA:
		PÁGINA 1 de 3
	APROBADO POR:	

OBJETIVO

Definir claramente los correctos procedimientos de consolidación y vibrado para obtener un hormigón de buenas características.

ALCANCE

La consolidación es alcanzada al remover el aire atrapado en la mezcla fresca de hormigón colocado. A pesar de que mezclas altamente trabajables pueden ser colocadas y consolidadas manualmente, la calidad de muchos proyectos mejorara con el uso de sistemas de consolidación mecánica.

RESPONSABLES

- ✓ Ingeniero Residente de obra: AC del procedimiento
- ✓ La planta hormigonera: No tiene responsabilidad

PROCEDIMIENTO

Vibración

- ✓ Al vibrar una mezcla tiesa, esta se tornara fluida y trabajable, con un cierto brillo en su superficie. El aire atrapado flotara hacia la superficie del hormigón para finalmente escapar.
- ✓ Una vez que el hormigón este fluido y no aparezcan burbujas de aire, el vibrado deberá ser detenido. Continuar con la vibración del hormigón no provee de beneficios adicionales, por el contrario, causara una segregación en la mezcla.
- ✓ Nunca se debe usar el vibrador para esparcir el hormigón. Es importante espaciar adecuadamente las inserciones del vibrador al estar muy distanciado, se podría dejar paquetes de hormiguero, al estar muy junto se causaría exceso de vibrado.
- ✓ Para muros, un espaciado de 38 centímetros es recomendable, con ± 12 a 15 centímetros, dependiendo de la consistencia de la mezcla, de la altura de elevación y del vibrador.
- ✓ La técnica correcta de vibración consiste en una rápida inserción y de una extracción lenta. Observar las burbujas nos permitirá juzgar la velocidad de extracción del vibrador.
- ✓ El tiempo que el hormigón permanezca fluido dentro del periodo de vibración de 10 a 15 segundos será el indicador tanto para el espaciamiento como para la duración de la vibración.

- ✓ Para hormigón estructural (paredes, columnas), el vibrador debe ser insertado verticalmente. Un error común se da al insertar el vibrador solamente en el centro de la columna o pared. Hay que asegurarse de que el vibrador sea insertado cerca de la superficie del encofrado, obteniéndose así superficies más lisas de mejor acabado y con pocos agujeros.

REGLAS VIBRATORIAS

- ✓ Adicionalmente al uso de vibradores internos, las reglas vibratorias son efectivas para la colocación de losas sobre el suelo. Mezclas más secas pueden ser colocadas y consolidadas haciendo posible hormigón de alta calidad. La vibración de hormigón de alto asentamiento producirá el efecto opuesto, debido al contenido excesivo de agua y mortero que saldrían a la superficie.



Figura 68: Uso de regla vibratoria

Fuente: FOTOS PLANTA HORMIGONERA

- ✓ La combinación de hormigón de bajo asentamiento, con dispersores mecánicos y reglas vibratorias permite la construcción de pavimentos de hormigón para carreteras y autopistas.
- ✓ Las reglas vibratorias deben estar en un correcto equilibrio entre frecuencia y amplitud para consolidar adecuadamente al hormigón sin traer un exceso de finos hacia la superficie.

CONSECUENCIAS DE LA VIBRACIÓN INADECUADA

- ✓ A continuación se presentan los defectos causados por la falta de vibración:
 - a) agujero,
 - b) cantidad excesiva de aire atrapado,
 - c) rayado de arena,
 - d) juntas frías,
 - e) líneas de colocación,
 - f) agrietamiento por sedimentación o asentamiento.

4.5.22. Procedimiento instrucciones de terminado

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	INSTRUCCIONES DE TERMINADO	FECHA:
		PÁGINAS 1 de 3
	APROBADO POR:	

OBJETIVO

Determinar los procedimientos requeridos para el terminado del hormigón colocado.

ALCANCE

Las losas de hormigón se pueden acabar de muchas maneras, dependiendo del uso en servicio que se desee.

RESPONSABLES

Ingeniero Residente de obra: AC del procedimiento

La planta hormigonera: No tiene responsabilidad

Enrasado o Nivelación

- El enrasado es el proceso de corte del exceso de hormigón para que la superficie de la losa se quede en el nivel apropiado.
- La plantilla que se usa en el método manual es una regla o codal que se la debe mover sobre el hormigón en un movimiento de corte o de aserrado, mientras que se avanza una pequeña distancia en cada movimiento.
- Las reglas vibratorias, que vibran y compactan al hormigón simultáneamente, son muy utilizadas
- Siempre deberá haber una carga de hormigón colocado en suelo 3 centímetros por delante del lugar donde se encuentra la regla vibratoria, considerando la posibilidad de aumentar la distancia para losas de mayor espesor. La falta de material por delante de la regleta podría causar desniveles por concavidad, mientras que un exceso de material causaría en cambio una superficie con olas

Aplanado

- Una paleta amplia con mango largo se utilizara seguidamente a la regleta para llenar las pequeñas áreas con nivel bajo que pudieran quedar, o enrasar los puntos demasiado altos; además

de alisar la superficie enterrando cualquier partícula de agregado grueso

- Para un hormigón sin aire entrapado las paletas de madera son las preferidas. Sin embargo para un hormigón con aire incluido, se usan paletas de aluminio o magnesio, ya que las paletas de madera tienden a pegarse sobre el hormigón con aire entrapado.
- Una manera de guiarse para saber si el hormigón permite ingresar con la paleteadora es comprobar que la huella de la bota del operario apenas deja marca sobre la superficie (6mm máx.).
- El propósito del emparejado es:

(1) Enterrar las partículas de agregado que estén cerca de la superficie

(2) Remover pequeñas imperfecciones, salientes y vacíos

(3) Compactar el mortero en la superficie como preparación para otras operaciones de acabado.

Alisado

- Se podrá recurrir al uso de llanas para alisar la superficie. La llana es altamente recomendada en situaciones donde se requiera una superficie extremadamente lisa.

- Para proceder con el acabado final de alisado se debe observar el momento en que la superficie ya no presenta brillo causado por el agua de sangrado.
- El paleteado y el alisado prematuros pueden dar como resultado descascaramientos, fisuración, polvillo y una superficie con menor resistencia al desgaste

4.5.23. Procedimiento instrucciones de curado

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	INSTRUCCIONES DE CURADO	FECHA:
		PAGINA 1 de 1
	APROBADO POR:	

OBJETIVO

Determinar la guía con los procedimientos para el sistema de curado del hormigón.

RESPONSABLES

- ✓ Ingeniero Residente de obra: AC del procedimiento
- ✓ La planta hormigonera: No tiene responsabilidad

ALCANCE

Un curado adecuado es prácticamente una medida de prevención contra problemas en la calidad. El curado afecta directamente a la resistencia, durabilidad, impermeabilidad, permeabilidad, agrietamiento y formación de cámara debajo la superficie de terminado del hormigón.

PROCEDIMIENTOS

- ✓ El procedimiento más sencillo y comúnmente utilizado es el de cubrir la superficie terminada con aditivos impermeable. Estos se pulverizan sobre la superficie de manera uniforme, garantizando la cobertura y evitando que cualquier exceso produzca cambios en el tono del acabado de la superficie.
- ✓ También puede recurrirse a la utilización de plástico extendido sobre la superficie de hormigón para iniciar el curado del hormigón. Es indispensable cerciorarse que el plástico se encuentre perfectamente extendido para garantizar un curado apropiado y evitar la decoloración.

4.5.24. Procedimiento de ensayos de control

LOGOTIPO DE LA PLANTA HORMIGONERA	PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE CONTROL	FECHA:
		PÁGINAS 1 de 5
APROBADO POR:		IECON

ALCANCE

La mayoría de las veces que un espécimen o cilindro da como resultado bajas resistencia, se debe no a una mala calidad del producto, sino a que los cilindros no fueron tomados ni manipulados en concordancia a la norma. Cuando se hace el reporte de cilindros con baja resistencia, el término “reporte” se usa para distinguir la diferencia entre qué es reportado y cual es probablemente la verdad.

RESPONSABLES

Supervisor de la planta hormigonera: Toma de cilindros

PROCEDIMIENTOS

Pruebas de asentamiento

- Las pruebas de asentamiento se realizaran dentro de un lapso de 5 minutos después de haber tomado la última porción para las muestras de cilindros.

- La duración de esta prueba es de 2 minutos y medio, sin ser interrumpida a ningún momento.
- Se utiliza el cono de Abrams sobre una superficie seca, ambas humedecidas. El cono se llena en tres capas iguales por volumen. Cada capa es agitada 25 veces con una varilla redondeada para consolidación yendo desde el borde hacia el centro. El cono debe encontrarse firmemente sujetado durante todo el proceso de llenado.
- Seguidamente, antes de levantar el cono, se enrasa el exceso de hormigón utilizando la varilla de agitación.
- El cono debe ser levantado suavemente de manera vertical y sin hacerlo tambalear. Esta operación lleva ± 5 segundos.
- La medida del asentamiento se toma midiendo la diferencia de alturas entre la muestra y la altura del cono de Abrams.

Toma de cilindros

- Las porciones para los cilindros deben obtenerse mientras el hormigón es vaciado desde el camión mezclador o mixer a partir de la mitad de la carga de hormigón. Nunca se deben tomar porciones al principio ni al final de la descarga, ya que las muestras no serían representativas

- Se pueden tomar cuantas porciones se crea necesarias considerando un lapso de tiempo máximo de 15 minutos desde que se toma la primera porción hasta la última.
- El tamaño de cada porción será de 28 litros aproximadamente.
- Se disponen de 15 minutos para la toma de cilindros en sus moldes.
- Cada molde de cilindro será llenado en fases de tres capas iguales por volumen.
- Cada capa será consolidada utilizando una varilla de punta redondeada de 6 cm de longitud. La varilla debe ser insertada 25 veces por capa yendo en espiral desde el borde del molde hacia el centro.
- Un mazo de 0.5kg será utilizado para golpear el molde luego de insertar la varilla. Se dan pequeños golpes 15 veces por capa para desentrampar el aire de la mezcla. Nunca golpee el molde con la varilla redondeada.
- Se colocaran capuchones a cada cilindro para promover el curado de los especímenes, e inmediatamente se procede con el almacenamiento de los mismos.
- Antes de que los cilindros sean transportados hacia el laboratorio, estos deben ser almacenados en la obra bajo las mismas condiciones de control ambiental: entre 15°C a 28°C durante las primeras 48 horas.

- Debe cuidarse de no exponer los cilindros al calor del sol durante el primer día. Esto reduce la resistencia final a los 28 días en un 10% indiferentemente de que tan bien los cilindros sean curados después.

Evaluación de Resultados

- El método de evaluación deberá ser confirmado con anticipación.
- La prueba de ensayo no es válida si los cilindros fueron tomados y manipulados fuera de la norma. Estos cilindros no podrán ser utilizados para validar la aceptación o rechazo del hormigón.
- Cualquier desviación de los procedimientos, ya sea en la obra o en laboratorio, reducirán la confiabilidad del resultado de la prueba, más nunca lo incrementaran.
- Los especímenes de cada muestra serán curados bajo condiciones de temperatura y humedad controladas y normalizadas. La temperatura de almacenamiento debe estar entre 15 °C a 28 °C. Los cilindros deberán ser protegidos de la deshidratación y del maltrato.
- Cuando la aceptación o rechazo se basa en los ensayos de resistencia, las muestras con estos ensayos se tomaran de acuerdo a las disposiciones de NTE INEN 1763. Un ocasional

resultado bajo dentro del análisis estadístico no significa que la prueba haya fallado.

Programas de ensayo

- Aparte de los ensayos obtenidos en el laboratorio, tanto el contratista como la planta hormigonera comparten un interés en tener ensayos realizados en la obra. Esto podrá proveer de información que pueda guiar al hacer ajustes para evitar problemas.
- Si la calidad de los ensayos tomados en obra supera a la calidad de los ensayos realizados por el laboratorio, se disminuirán las probabilidades de tener problemas relacionados con ensayos bajos en resistencia.
- Si la calidad de los ensayos tomados en obra es inferior a la de los ensayos realizados en laboratorio, se deberán analizar los procedimientos posteriores al colocado, como son el terminado y el curado
- Ensayos mal realizados, son frecuentemente una fuente de costosos problemas innecesarios. Los procedimientos y estándares ASTM para los ensayos deben formar parte de toda especificación profesionalmente realizada.
- Los resultados de las pruebas de resistencia del hormigón nos llevan a una gráfica de curva de distribución normal.

Definiciones

n=Numero de valores observados o de ensayos X de la muestra

X=Valores individuales observados

X media=Promedio de la muestra

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

S= Desviación estándar de la muestra

$$s = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_N - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

R=rango de la muestra

F´c.=Resistencia especificada a la compresión

Fc.=Promedio requerido de resistencia del hormigón

REFERENCIAS

Toma de cilindros según ASTM C31 y norma INEN 1 855

REGISTROS

UNIDAD	Cilindros	Ensayo	Muestra
Espécimen	1	0	0
Ensayo	2	1	0
Muestra	6	3	1

2 cilindros = 1 ensayo

6 cilindros = 1 muestra

Tabla de correspondencia de cilindros requeridos para las pruebas

PARÁMETROS DE GESTIÓN

$$\text{Relacion } \frac{a}{c} = \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}$$

MANTENIMIENTO

- Se debe llevar a cabo un Mantenimiento preventivo en base a una programación anual para todos los equipos tanto de planta como de colocado.
- Se realizará un registro del mantenimiento de cada equipo y herramienta.
- Se procederá a informar al Jefe de Producción la fecha de ejecución de mantenimiento tanto de prevención como de corrección, ya sea para suspender producción o para solicitar un nuevo abasto de materiales y herramientas necesarias para el proceso.
- Los trabajos se realizan basándose en el Mantenimiento Preventivo establecido por el Jefe de Mantenimiento.

CAPÍTULO V

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Una vez concluida la investigación, se hace referencia a la documentación diseñada para el sistema de gestión de la calidad el cual sigue la jerarquía siguiente:

- Manual de la Calidad
- Manual de Procedimientos e Instrucciones Técnicas
- Registros.

Para la obtención de los resultados, se utilizaron diferentes técnicas, entre ellas podemos mencionar:

- Técnicas de trabajo en grupo
- Entrevistas
- Encuestas
- Observación directa
- Redacción de procedimientos

Cabe destacar que el enfoque basado en procesos en los sistemas de gestión es actualmente uno de los principios fundamentales para orientar a una organización hacia la obtención de los resultados deseados.

El diseño del SGC impulsado por la dirección de la organización, el cuál comprende la estructura organizativa, las funciones, las actividades, los recursos y la documentación necesaria para asegurar la política establecida, permite obtener mejoras en la empresa objeto de estudio, tales mejoras son:

- Satisfacer las expectativas de los clientes.
- Captación de nuevos clientes y fidelización de los mismos
- Asegurar la calidad de los productos mediante la implantación del sistema la empresa lleva un control más estricto de sus productos.

Finalmente la empresa pretende consolidar los procesos que componen la actividad de la organización y mejorar la eficacia de cada proceso. Por tanto, gana seguridad y aumenta la rentabilidad del tiempo y del dinero satisfaciendo así los requisitos de los clientes, la sociedad y avanzándose a los requisitos de la Administración.

5.2. Recomendaciones

Es muy frecuente que en un proyecto de construcción, los conflictos entre las diversas organizaciones participantes no dejan de presentarse. Al implantar el SGC propuesto, la empresa hormigonera podrá manejar con mayor facilidad la solución para estos conflictos.

Debido a que en el ámbito de la construcción aun no todos sus participantes han podido definir sus procedimientos para un Aseguramiento de su respectiva Calidad, es recomendable que la hormigonera procure conocer bien el entorno el que se desarrollara su trabajo. De esta manera, facilitara también el camino para las demás organizaciones que colaboran dentro del proyecto de construcción.

Durante el desarrollo de este trabajo se observó que dentro del campo de la construcción no es sencillo establecer un control de procedimientos semejantes a los de una industria normal. Esto se debe a que en la obtención del producto se desarrolla bajo un ambiente controlado, mientras que en una fundición de hormigón esto no puede darse.

Además el nivel de preparación del personal involucrado dentro de los procesos de acabado y curado del hormigón está muy por debajo de lo necesario para asegurar un buen Sistema de Aseguramiento de Calidad.

Esto se debe a que si bien es verdad que las responsabilidades de la hormigonera terminan el momento de colocar el hormigón, los procesos de Aseguramiento de Calidad del acabado y curado son clave para obtener un producto final de calidad. Esto influye directamente en la Calidad final del hormigón. Sin buen acabado ni un correcto curado, el proceso no termina satisfactoriamente.

Sin embargo, dicha empresa Hormigonera, en todos estos años, ha continuado con su dedicación para con la calidad procurando una implementación continua de mejoras.

El compromiso para con la calidad de parte de la empresa hormigonera sigue adelante, pero no se desarrollará a plenitud hasta que todos los demás involucrados en las distintas fases relacionadas con la obtención del hormigón tomen conciencia en la importancia del Aseguramiento de Calidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AITECO. (2010). *Centro Nacional de la Información de la Calidad*. Obtenido de <http://www.aiteco.com/norma-iso-de-calidad-modelos-excelencia/>.
- Alatorre, J. (2010). *Agregados para concreto*. Madrid España.
- Arredondo, F. (1972). *Estudios de materiales: hormigón*. Madrid: Instituto Eduardo Torroja de la construcción y el cemento.
- ATR. (2010). *Norma ISO 9000:2005*. Obtenido de www.uco.es/sae/archivo/normativa/ISO_9000_2005.pdf.
- ATR. (2010). *Normas ISO 9000:2005*. Obtenido de www.uco.es/sae/archivo/normativa/ISO_9000_2005.pdf, 2010, ISO 9000, Traducción certificada / Certified translation / Traduction certifiée / Удостоверенный перевод.
- Biosca, A. (1998). *Mentor enciclopedia temática estudiantil*. Madrid: Océano.
- Borja, F. (2013). *La calidad conceptos generales*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos75/calidad-conceptos-generales/calidad-conceptos-generales2.shtml>.
- Camisón, C. (2010). *La familia de normas ISO 9000: Evolución y características*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/>.
- Campos, R. (2009). *Clasificación de los agregados*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados2.shtml>.
- Carrasco, M. (2010). *Agua para morteros y hormigones*. Santa Fe - España.
- Carzola, J. (2010). *Curso de gestión de la calidad ISO 9001*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-sistema-gestion-calidad-iso-9001>.

- Consultores, A. (2010). *Definición ISO*. Obtenido de <http://www.aiteco.com/norma-iso-de-calidad-modelos-excelencia/>.
- Editorial Prensa Técnica. (2012). *SL-2012-Áridos y materiales reciclados*. Estados Unidos: Editorial Prensa Técnica.
- Empresas, W. (2012). *El ciclo PHVA*. Obtenido de <http://www.webyempresas.com>.
- Feigembaun, A. (1991). *Key Systems Activities for Total Quality Control*. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Jara, C. (2008). *Fundamentos generales de la gestión por procesos*. Obtenido de http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20HUMANAS%20Y%20SOCIALES/CARRERA%20DE%20TRABAJO%20SOCIAL/04/planificacion%20estrategica/Capitulo_3.pdf.
- LAFARGE. (2010). *El cemento portland puzolánico: solución para la reactividad alcali-silice y otros agentes agresivos al hormigón*. Obtenido de <http://www.lafarge.com.ec/El%20cemento%20portland%20puzolanico%20como%20solucion.pdf>.
- LAFARGE. (2010). *Proceso de fabricación del cemento*. Obtenido de <http://www.lafarge.com.ec/>
http://www.lafarge.com.ec/wps/portal/ec/2_2_1-Manufacturing_process-

- LAFARGE. (2010). *Proceso de fabricación y extracción de materiales pétreos*. Obtenido de <http://www.lafarge.com.es/>.
- Llivigañay, G. (2008). *Indicadores de gestión*. Tomado de http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/964/8/Capitulo_4.pdf. Madrid, España.
- Melo, E. (2010). *Los aditivos para hormigón*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos16/aditivos-construccion/aditivos-construccion.shtml>- REPUBLICA DOMINICANA.
- Moreno, R. (2011). *Resistencia de materiales*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos93/fabricacion-del-cemento/fabricacion-del-cemento.shtml#ixzz2tWvGCzLC>- Piura, 28 de octubre del 2011-.
- Neville, A. (2010). *Fundamentos del hormigón simple*. Obtenido de <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon01.htm>.
- NORMA ASTM 1231. (2010). *Práctica normalizada para el uso de refrendado no adherido para determinar el esfuerzo de compresión de cilindros de hormigón endurecido*.
- NORMA ASTM C1046. (2010). *Normalizado de temperatura de concreto de cemento hidráulico recién mezclado*.
- NORMA ASTM C148. (2010). *Método de ensayo estándar para determinar por medio del método gravimétrico el peso unitarios, volumen producido y contenido de aire en el concreto*.
- NORMA ASTM C172. (2010.). *Práctica estándar para el muestreo del concreto recién mezclado*.

NORMA ASTM C183-13. (2010). *Práctica estándar para la toma de muestras de cemento hidráulico.*

NORMA ASTM C187. (2010). *Método de prueba estándar para la cantidad de agua requerida para la consistencia normal de pasta de cemento hidráulico.* NORMA ASTM C187.

NORMA ASTM C190-85 . (2010). *Método de prueba para la resistencia a la tracción de los morteros de cemento hidráulico.*

NORMA ASTM C191-13. (2010). *Métodos de prueba estándar para el tiempo de fraguado del cemento hidráulico por Vicat Needle.*

NORMA ASTM C231. (2010). *Método de ensayo estándar para determinar por el método de presión, el contenido de aire del concreto recién mezclado.*

NORMA ASTM C617. (2010). *Práctica normalizada para el refrendado de probetas cilíndricas de hormigón.*

NORMA IRAM 1601:1986. (2004). *Agua para morteros y hormigones de cemento portland. Diseño y control de mezclas de concreto.*

Qualitas, S. (2013). Elementos de gestión de la calidad. Tomado de <http://qualitytrends.squalitas.com/articulos/articulos-gestion-de-la-calidad/item/108-sistemas-de-gesti%C3%B3n-de-la-calidad-%E2%80%93-un-camino-hacia-la-satisfacci%C3%B3n-del-cliente-%E2%80%93-parte-i.html>.

Rodríguez, F. (2012). Definición de gestión de calidad. Tomado de <http://controldecalidad4c.blogspot.com/>.

Sarmiento, J. (2009). *El ciclo PHVA*. Caracas - Venezuela.

- Shirley, C. (2010). *Resumen Normas ISO*. Obtenido de <http://www.slideshare.net/scontulloa/resumen-normas-iso>.
- Soria, F. (1972). *Estudios de materiales: IV Conglomerantes hidráulicos*. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del cemento.
- Sotomayor, L. (2009). *Guía de condiciones medioambientales a considerar para el diseño de una planta de extracción y procesamiento de áridos*. Valdivia.
- Tarí, J. (2009). *Organizacion de empresas*. Alicante - España.
- Turmero, I. (2012). *Sistemas de gestión de calidad*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos93/sistemas-gestion-calidad/sistemas-gestion-calidad.shtml>.