

**EJECUCIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD SOPORTADO EN
LA NORMA NTC –ISO: 9001: 2000 EN EL PROYECTO
PARQUE CENTRAL CAÑAVERAL**

ESTHER MILENA GÓMEZ ACOSTA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2005**

**EJECUCIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD SOPORTADO EN
LA NORMA NTC – ISO: 9001: 2000 EN EL PROYECTO
PARQUE CENTRAL CAÑAVERAL**

ESTHER MILENA GÓMEZ ACOSTA

Trabajo de Grado para optar al título de Ing. Civil

DIRECTOR

Hernán Porras Díaz

Ing. Civil, MSc, Ph.D.

CODIRECTOR

Jorge Eliécer Figueroa Vargas

Ing. Industrial

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2005

A Dios, por ser fortaleza y tranquilidad en los momentos difíciles.

A mi madre quien me enseñó que para alcanzar un sueño es necesario construir un camino con acciones, seguridad y perseverancia y quien siempre creyó en mí.

A mi hermana y sobrino quienes fueron mi gran motivación.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos por su incondicional apoyo en el logro de este sueño.

A todos los docentes que con gran compromiso me transmitieron fundamentales conocimientos para el desarrollo de este proyecto.

A todos aquellos que de una u otra forma me guiaron y colaboraron para llevar a feliz término este proyecto de grado.

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. NORMAS ISO.....	3
1.1 RESEÑA HISTÓRICA	3
1.2 NORMAS ISO 9000:2000. SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD.....	4
1.2.1 OBJETIVOS BÁSICOS DE LAS NORMAS ISO9000:2000	5
1.2.2 FAMILIA NORMAS ISO 9000:2000	5
1.2.3 REQUISITOS DE LA DOCUMENTACIÓN EXIGIDOS POR LA NTC-ISO:9001.....	10
2. CONTROL DE CALIDAD EN EL PROYECTO PARQUE CENTRAL CAÑAVERAL.....	14
2.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD.....	14
2.2 CONOCIMIENTO GENERAL DEL PROYECTO.....	16
2.2.1 ESPECIFICACIONES DE VENTA.....	16
2.2.2 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.....	16
2.2.3 DISEÑOS TÉCNICOS.....	18
2.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROECESO DE CONSTRUCCIÓN.....	20
2.4 ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA.....	23
2.4.1 MANEJO Y CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN.....	23
2.4.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PRODUCTO.....	24
2.4.3 MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA CONTINUA.....	28
2.4.4 EJECUCIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD	29
3. INSTRUCTIVO DE NORMAS APLICADAS AL CONTROL DE CALIDAD DE LAS ACTIVIDADES DE CONTRUCCIÓN.....	34
3.1 LOCALIZACIÓN TOPOGRÁFICA.....	36
3.2 CONCRETO EN INFRAESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA.....	39
3.3 ACERO DE REFUERZO PARA ESTRUCTURA.....	52

3.4 MAMPOSTERÍA NO ESTRUCTURAL.....	57
3.5 INTALACIONES HIDROSANITARIAS Y GAS.....	61
4. COSTOS DE LA CALIDAD.....	69
4.1 COSTOS FUNCIONALES DE CALIDAD.....	70
4.1.1 COSTOS DE CALIDAD.....	72
4.1.2 COSTOS DE NO CALIDAD.....	76
5. AMEF EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO TÚNEL.....	81
5.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TÚNEL.....	82
5.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	84
5.3 CONCEPTOS ESTRUCTURALES DEL SISTEMA.....	85
5.3.1 CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DEL SISTEMA.....	86
5.3.2 NECESIDAD DE RIGIDÉZ DEL SISTEMA EN DOS DIRECCIONES PRINCIPALES.....	87
5.3.3 FUNCIÓN ESTRUCTURAL DE LAS PLACAS.....	88
5.3.4 FUNCIÓN ESTRUCTURAL DE LAS PLACAS.....	88
5.4 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA.....	89
5.4.1 CIMENTACIÓN.....	89
5.4.2 DADOS.....	91
5.4.3 ENCOFRADO, ARMADA Y FUNDIDA DE LA ESTRUCTURA	92
5.4.4 DESENCOFRADO.....	96
5.4.5 TIPOS DE ENCOFRADO.....	97
5.5 METODO DE ANALISIS DE ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS	100
5.5.1 COMO NACE AMEF?.....	100
5.5.2 QUÈ ES AMEF?.....	101
5.5.3 APLICABILIDAD DE AMEF EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES.....	103
5.5.4 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN.....	104

CONCLUSIONES.....	124
RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFIA.....	128
ANEXOS.....	130

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de cementos.....	39
Tabla 2: Clasificación de los morteros.....	58
Tabla 3: Propiedades físicas de mampostería no estructural.....	60
Tabla 4: Presiones para el ensayo de hermeticidad.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de gestión de calidad y mejora continua.....	7
Figura 2: Modelo de procedimientos de gestión de calidad.....	8
Figura 3: Caracterización del proceso de construcción	20
Figura 4: Estructura organizacional de la obra.....	22
Figura 5: Medición del S.G.C.....	71
Figura 6: Sistema de muros en dos direcciones.....	88
Figura 7: Esquema del proceso constructivo túnel.....	89
Figura 8: Detalle de elementos para mantener la verticalidad de los muros.....	96
Figura 9: Metodología de AMEF.....	105

3. LISTA DE FOTOS

Foto 1 Pruebas de presión en tuberías.....	<u>25</u>
Foto 2 Elaboración de cilindros de concreto	<u>26</u>
Foto 3 Curado de muestras de concreto	<u>26</u>
Foto 4 Densidad en rellenos	<u>27</u>
Foto 5. Sistema constructivo túnel.....	83
Foto 6. Sistema de diafragma.....	87
Foto 7. Cimentación continua.....	90
Foto 8. Amarre de cimentación a muros.....	90
Foto 9. Dados.....	91
Foto 10. Fundida de placa y dados.....	93
Foto 11. Amarre de mallas en muros.....	93
Foto 12 Colocación de refuerzo y formaleta de muros.....	94
Foto 13. Continuidad en muros.....	95
Foto 14. Fundida de placas de entrepiso.....	95
Foto 15. Formaleta semitúnel.....	97
Foto 16. Traslado de formaleta semitúnel.....	98
Foto 17. Formaleta mesas voladoras.....	98
Foto 18. Traslado mesas voladoras.....	99
Foto 19. Formaleta muros.....	99

GLOSARIO

ACCIÓN CORRECTIVA: Una acción emprendida para eliminar las causa de una no conformidad, defecto u otra situación no deseable existente con el propósito de evitar que vuelva a ocurrir.

ACCIÓN PRVENTIVA: Una acción comprendida para eliminar las causas de una no conformidad potencial, u otra situación potencialmente deseable, ésta se toma para prevenir que algo ocurra.

AMEF: Análisis de modo y efectos de las fallas, permite identificar los efectos de los modos de falla del proceso constructivo.

AUDITORÍAS: Un examen sistemático e independiente para determinar si las actividades y los resultados relacionados con la calidad, cumplen disposiciones preestablecidas, y si estas disposiciones se aplican en forma efectiva y son aptas para alcanzar los objetivos.

CLIENTE: Es el receptor de un producto suministrado por el proveedor. El cliente puede se una entidad pública o privada.

CONTRATISTA: El proveedor en una situación contractual.

CORRECCIÓN: Es la acción tomada para eliminar la causa d una no conformidad detectada. Puede realizarse junto con una acción correctiva. Ej: Reproceso, reclasificación, reparación.

DESECHO: Acción tomada sobre un producto no conforme para impedir su uso inicialmente previsto. Ej: Reciclaje, destrucción.

EFFECTO DE FALLA: Es la consecuencia que el tipo de falla tiene sobre la operación, función o estado de la parte o del sistema.

ENSAYO: Actividad en la cual se somete el producto a una serie de medidas por medio de un equipo y/o máquina, realizado mediante normas y especificaciones técnicas, dando como resultado ciertos datos de características medibles.

FALLA: Se define como la incapacidad de cualquier elemento físico para satisfacer un criterio de funcionamiento o requerimiento por el cliente.

INSPECCIÓN: Una actividad tal como medir, ensayar, o comparar con un patrón una o más características de una entidad, y confrontar con resultados con requisitos especificados para así establecer si se logra la conformidad para cada característica.

LIBERACIÓN: Autorización para proseguir con la siguiente etapa de un proceso.

MODO DE FALLA: Es la causa o razón por la cual se produce el efecto de la falla.

NO CONFORMIDAD: El no cumplimiento de un requisito especificado del S.G.C

PLAN DE CALIDAD: Un documento que enuncia las prácticas, los recursos y la secuencia de las actividades relacionadas con la calidad, que son específicas a un producto, un proyecto o un contrato.

PRODUCTO NO CONFORME: Producto que no cumple con los requisitos.

PRODUCTO: El resultado de actividades o procesos.

RECLASIFICACIÓN: Variación de la clase de un producto no conforme de tal forma que sea conforme con los requisitos que son diferentes de los iniciales.

REGISTRO: Un documento que suministra evidencia objetiva de las actividades efectuadas o de los resultados alcanzados.

REPARACIÓN: Es la acción tomada sobre un producto o conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista. La reparación puede afectar o cambiar partes de un producto no conforme.

REPROCESO: Es la acción que se toma sobre un producto no conforme para que cumpla los requisitos originalmente previstos.

SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD: Todas las actividades planificadas y sistemáticas implementada dentro del Sistema de Calidad, y evidenciadas como necesarias para dar adecuada confianza de que la empresa cumple con los requisitos de calidad.

RESUMEN

TITULO:

EJECUCIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD SOPORTADO EN LA NORMA NTC-ISO 9000-2000 EN EL PROYECTO PARQUE CENTRAL CAÑAVERAL. *

AUTOR:

Esther Milena Gómez Acosta.**

PALABRAS CLAVES:

Sistema de Gestión de Calidad (S.G.C), Control de calidad, Análisis de modos y efectos de fallas, edificaciones en sistema túnel.

DESCRIPCIÓN:

La práctica empresarial desarrollada en Urbanas S.A en la obra Parque Central Cañaveral en control de calidad surge en respuesta a la necesidad de una persona que esté al frente de los procedimientos de calidad establecidos por la constructora, según su Sistema de Gestión de Calidad (SGC), de esta manera se busca garantizar que sus proyectos de construcción llenen las expectativas de sus clientes en cuanto al cumplimiento de los requisitos exigidos por las entidades y normas reglamentarias.

Dentro del plan de calidad establecido para la obra se plantean dos documentos: anexo 1; actividades de construcción y anexo 2: programa de control de calidad. Uno de los más importantes aportes generados durante la práctica consistió en el ajuste del anexo 2, el cual se resume en el capítulo 3 donde se establecen los principales procedimientos y normas de pruebas y ensayos que aplican a las actividades de construcción.

Así mismo se propone en el capítulo 5 la metodología AMEF en un documento base para detectar las fallas que se presentan en el proceso constructivo en el sistema túnel y las soluciones a éstas para que el proyecto tenga un mínimo de requerimientos en la postventa, y logre junto con los otros estándares de calidad ya mencionados la seguridad y satisfacción del cliente.

* Practica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Ing Hernán Porras.

SUMMARY

TITLE:

EXECUTION OF THE SUPPORTED CONTROL OF QUALITY IN THE NORM NTC-ISO 9000-2000 IN THE PROJECT PARQUE CENTRAL CAÑAVERAL. *

AUTHOR:

ESTHER MILENA GÓMEZ ACOSTA**

KEY WORDS:

System of Administration of Quality (S.G.C)

Control of quality

Analysis in ways and effects of flaws

System tunnel

DESCRIPTION:

The managerial practice developed in Urbanas S.A in the work Parque Central Cañaveral in control of quality arises in answer to the necessity of a person that is to the front of the established procedures of quality for the company, according to its System of Administration of Quality (SGC), this way it is looked for to guarantee that its construction projects fill the expectations of their clients as for the execution of the requirements demanded by the entities and regulation norms.

Inside the established plan of quality for the work think about two documents: annex 1; construction activities and annex 2: program of control of quality. One of the most important contributions generated during the practice consisted on the adjustment of the annex 2, which is summarized in the I surrender 3 where the main procedures and norms of tests and rehearsals that apply to the construction activities settle down.

Also methodology AMEF in a document considers in I capitulate 5 bases to detect the faults that appear in the constructive process in the system tunnel and the solutions to these so that the project has a minimum of requirements in the postsale, and along with obtains the other standards of quality already mentioned the security and satisfaction of the client.

* The managerial practice

** Physical-mechanical Engineer, Faculty Civil Engineering, Eng. Hernán Porras.

INTRODUCCIÓN

Dada la reactivación del sector de la construcción en Bucaramanga se produce un incremento en el número de empresas constructoras generándose gran competencia que deriva en el planteamiento de estrategias que aseguren su competitividad en el mercado. Esta búsqueda conlleva al mejoramiento continuo de todos aquellos aspectos que inciden directamente sobre la calidad del producto y por ende sobre la satisfacción del cliente.

Es así como algunas empresas constructoras han implementado un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) con el fin de generar procesos para garantizar que el producto ofrecido llene las expectativas de sus clientes en cuanto al cumplimiento de los requisitos exigidos por las entidades y normas reglamentarias y la calidad del mismo.

El SGC comprende cuatro procesos básicos la planificación, el control, aseguramiento de la calidad y mejora continua los cuales se plantean como acciones sistemáticas dirigidas a lograr un objetivo; para nuestro caso edificaciones.

Por medio de estos procesos se generan los medios para producir un producto final de alta calidad. Es importante mencionar que el control y aseguramiento de la calidad, nace con la necesidad de reducir los procesos de reparación en el desarrollo de los proyectos, para minimizar o eliminar las deficiencias en los procedimientos orientados hacia la construcción de la edificación.

Con este trabajo se pretende mostrar la importancia y aplicabilidad del control de calidad en la construcción de edificaciones, hacer un balance de los costos en que se incurre al implementarlo y a su vez dar a conocer una metodología de análisis de fallas que recopila información: estudios, normas y experiencias de profesionales referente a las principales fallas que inciden básicamente en el estado de servicio de la edificación.

1 NORMAS ISO

1.1 RESEÑA HISTORICA

La Organización Internacional de Normalización ISO fue creada en 1947, cuenta con 110 estados miembros representados por sus organismos nacionales de normalización que en España por ejemplo es AENOR (Agencia Española de Normalización), en Argentina el IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) y en Estados Unidos el ANSI (American National Standards Institute).¹

Es uno de los organismos encargados de promover el desarrollo de normas internacionales. Su sede es la ciudad de Ginebra, Suiza, subdivididas en una serie de subcomités encargados de desarrollar las guías que contribuirán al mejoramiento de la industria mundial.

El precedente más cercano de la serie ISO 9000 se sitúa en 1979 en Inglaterra, año en el que se desarrolló la norma BS 5750 (British Standard) para sistemas de calidad que pudieran ser utilizados por la industria en general. La ISO publicó en 1987 las normas de la serie 9000, estas normas que estaban destinadas a ayudar a las empresas a desarrollar un programa y una estructura de calidad, se convirtieron prácticamente en un requisito de comercio global, al implantar un lenguaje unificado de calidad en el mundo entero.

¹ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

Las normas desarrolladas por ISO son voluntarias, ya que 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.

1.2 NORMAS ISO 9000:2000. SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD (SGC)

Entre las normas que ha dictado esta organización se encuentran las recientes ISO 9000 e ISO 14000 las cuales son independientes. La ISO 9000 es el modelo de diseño-desarrollo del producto, (proceso de producción, instalación y mantenimiento), es decir, es un sistema para asegurar la calidad.

Este sistema obliga a una estrecha relación entre el cliente y el proveedor; también interrelaciona cada una de las áreas de la compañía o empresa y minimiza el factor de error en la toma de decisiones en toda la organización, ya sea en situaciones habituales o especiales. Las normas ISO de la serie 9000 son normas de procedimiento, no de producto, aparecen para reglamentar los procesos de aseguramiento de la calidad, las actividades de control y certificación, no la calidad de la producción en sí.

Actualmente la ISO 9000 tiene más de 70.000 registros en todo el mundo, lo cual evidencia que la comunidad de negocios internacional la ha adoptado como un sistema válido, fiable y realizable.

1.2.1 OBJETIVOS BÁSICOS DE LAS NORMAS ISO 9000:2000

Identificar los requisitos de los clientes, y/o partes interesadas y asegurar que esos requisitos se cumplan para alcanzar su satisfacción. Las organizaciones que alcanzan la certificación ISO 9000:2000, deberán ser capaces de demostrar que este requisito se está cumpliendo, obviamente dentro de otros exigidos en la norma.

Enfocar la organización hacia una gestión basada en procesos, en donde se identifiquen cada uno, no solo los relacionados con la realización del producto o prestación del servicio, sino también aquellos procesos gerenciales y de soporte que los hacen posibles.

Mejora continua, no basta alcanzar la certificación si no se seguirá mejorando continuamente el sistema, los procesos, la organización y en general todos los aspectos de la empresa.

1.2.2 FAMILIA NORMAS ISO 9000:2000

La familia de Normas ISO 9000 citada a continuación se ha elaborado para asistir a las organizaciones de todo tipo y tamaño, en la implementación y la operación de sistemas de gestión de la calidad eficaces. La Gestión de Calidad Total es entendida hoy día como un conjunto de técnicas de organización orientadas a la obtención de los niveles más altos de calidad en una empresa. Estas técnicas se aplican a todas las actividades de la organización, lo que incluye los productos finales, los procesos de fabricación, la compra y manipulación de los productos intermedios, todos los

procesos de negocio asociados a la venta y a todos los clientes internos y externos.

Un sistema de gestión de la calidad formal y documentado establece los procesos que controlan aquellas actividades de la compañía que tienen un efecto sobre la calidad de sus productos. Lo que se busca es que el proceso operativo se mantenga independiente de los individuos en el sentido de que cualquier persona capacitada y con la competencia requerida pueda hacer que el sistema funcione.

Principios de la gestión de la calidad según la norma ISO 9000

En vez de normar y asegurar la calidad bajo una conceptualización estática, como ocurría en la versión de 1994, en la nueva versión se propone complementarla con una visión integral y dinámica de mejora continua, orientada a la satisfacción del cliente.

La norma ha identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño:

Enfoque al cliente

Liderazgo

Participación del personal

Enfoque basado en procesos

Enfoque del sistema para la gestión

Mejora continua

Enfoque basado en hechos para la toma de decisión

Relaciones mutuamente beneficiosas con el Proveedor.

El modelo del sistema de calidad agrupa estos 8 principios en cuatro subsistemas interactivos de gestión de calidad y que se deben normar en la organización ². 1) Responsabilidad de la Gestión; 2) Gestión de los Recursos; 3) Realización del Producto o Servicio; 4) Medición, Análisis y Mejora.

El modelo se expresa gráficamente en la figura 1 y figura 2



figura 1 Sistemas de gestión de calidad y mejora continua

² Competencia laboral: sistemas, surgimiento y modelos (México, Conocer-Cinterfor)



figura 2 Modelo de procedimientos de gestión de calidad

La serie está conformada por cuatro normas, diseñadas para ser usadas como un paquete integral para la obtención de máximos beneficios.

NTC-ISO 9000:2000: SGC - Fundamentos Y Vocabulario.

Debido a que las normas sobre sistemas de gestión de la calidad han sido simplificadas, es necesario proporcionar una introducción a los fundamentos del nuevo contenido y la estructura de las normas principales. También existe la necesidad de un fácil acceso a los términos y definiciones que son aplicables a las normas principales.

La norma ISO 9000:2000 es una introducción a las normas principales y un elemento vital de las nuevas series de normas sobre sistemas de gestión de

la calidad. Como tal, juega un papel importante en el entendimiento y uso de las otras tres normas, al proporcionar su base, a través de los fundamentos y un punto de referencia para comprender la terminología.

NTC-ISO 9004:2000. SGC – Directrices Para La Mejora.

La norma ISO 9004:2000 es ahora un documento genérico que pretende ser utilizable como un medio para que el sistema de gestión de la calidad avance hacia la excelencia. El propósito de la norma ISO 9004, la cual está basada en ocho principios de gestión de la calidad, es proporcionar directrices para la aplicación y uso de un sistema de gestión de la calidad para mejorar el desempeño total de la organización. Esta orientación cubre el establecimiento, operación (mantenimiento) y mejora continua de la eficacia y la eficiencia del sistema de gestión de la calidad.

ISO 19011:2002: SGC – Directrices Sobre Auditorias.

Esta norma internacional proporciona orientación sobre los fundamentos, la gestión de los programas y la conducción de auditorias de los sistemas de gestión de la calidad y ambientales, así como las calificaciones para los auditores de dichos sistemas.

Principalmente se pretende su uso para las organizaciones que necesiten conducir auditorias internas y externas de los sistemas de gestión ambiental y de la calidad. Otros usuarios son las organizaciones involucradas en la certificación y formación de auditores, la acreditación y la normalización en el área de la evaluación de la conformidad.

NTC-ISO 9001:2000: SGC – Requisitos

La norma ISO 9001 señala los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones con el fin de mantener la eficacia del SGC aumentando la satisfacción de sus clientes al cumplir los requisitos establecidos por éstos y por las disposiciones legales obligatorias que sean aplicables, así mismo, es utilizada por los organismos de certificación, para evaluar la capacidad que tiene la organización de satisfacer los requisitos de sus clientes, los obligatorios y los propios. Esta es la única norma de la serie certificable. (Ver Anexo A).

1.2.3 REQUISITOS DE LA DOCUMENTACION EXIGIDOS POR LA NTC ISO 9001

La Norma NTC-ISO 9001:2000 establece como requisitos de documentación obligatorios los siguientes procedimientos, pero adicionalmente la organización debe definir la documentación necesaria para controlar los procesos establecidos para la realización de sus procesos incluyendo los de apoyo.³

1. Declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de ésta.
2. Un manual de Calidad

3 NTC –ISO 9001. Sistemas de Gestión de Calidad

3. Los procedimientos documentados requeridos en esta Norma Internacional
4. Los documentos necesitados por la organización para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos y,
5. Los registros requeridos por esta Norma internacional: Deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con esta Norma y las reglamentarias de acuerdo a su área.

El Manual de Calidad ISO 9001:2000

Este detalla el sistema de gestión de calidad, describe la autoridad, las interrelaciones y las responsabilidades del personal autorizado a efectuar, gestionar y/o verificar el trabajo relacionado con la calidad de los productos y/o servicios incluidos en el sistema. Además, el manual ofrece los procedimientos o las referencias para todas las actividades que constituyen el sistema de gestión de calidad con el fin de garantizar la conformidad respecto a los requisitos prescritos por la norma.

El manual se utiliza internamente para orientar a los empleados de la empresa con respecto a los diversos requisitos de la norma ISO 9001:2000 que deben ser cumplidos y mantenidos con el propósito de asegurar la satisfacción del cliente, la mejora continua y brindar las directivas necesarias que generen una potente fuerza laboral.

Finalizamos mencionando algunos de los aspectos que son importantes para nuestro estudio en lo concerniente a la optimización de la documentación del SGC:

1. En el control de diseño es preciso tener procedimientos documentados que se aseguren que los diseños de los productos cumplen con los requerimientos de los clientes, así como los cambios que se produzcan en ellos.
2. Todos los documentos y datos requerirán de la aprobación de una persona autorizada. Es necesario autorizar de manera formal a tales personas. Estas deberán ser capaces de evaluar la validez del documento.
3. El control de los procesos referencia el proceso global de desarrollar un producto y el método por el cual se controla y asegura que se siguen los procesos.
4. El equipo y herramientas que utilicen los empleados deberán contar con las instrucciones de operación y planes de mantenimiento apropiados.
5. El procedimiento de Inspección y ensayos abarca las pruebas de los materiales que se utilizan por los procesos, así como la inspección final del producto. Las operaciones de prueba deberán realizarse de acuerdo con los procedimientos documentados y apoyarse con registros que indiquen el estado del material y la condición satisfactoria de todos los requerimientos antes del lanzamiento del producto.

6. Control de los equipos de inspección, medición y ensayo: Es preciso asegurar el mantenimiento, revisión y control de todos los equipo de prueba, calibración y cualquier otro, incluyendo moldes, accesorios, plantillas, patones y programas de computación. Se deberán cumplir los puntos: Identificar la medición a realizar, identificar y calibrar todos los equipos de pruebas a intervalos regulares de tiempo o uso.
7. Acciones correctivas y preventivas: cuando aparece una no conformidad la organización debe tomar medidas con el fin de corregir la falla y la ocurrencia de no conformidades potenciales.
8. Control de los productos no conformes: La organización debe asegurarse del seguimiento que se le realiza a éste con e fin de prevenir su aparición o generar las acciones correctivas pertinentes.
9. Auditorias internas de la calidad: La dirección deberá mantener una verificación interna para el propósito primario de realizar una auditoria interna. El personal de la auditoria deberá contar con la capacitación apropiada para las actividades de verificación. Es necesario realizar estas auditorias al menos una vez al año.
10. Adiestramiento: Es necesario identificar una autoridad capaz de administrar y verificar que los trabajos que influyen en la calidad se realizan en la forma que los documenta el sistema de calidad.

2 CONTROL DE CALIDAD EN EL PROYECTO PARQUE CENTRAL CAÑAVERAL

2.1 SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD

Con el tiempo la calidad ha dejado de tener una interpretación filosófica, comparable al objetivo de la perfección, para tener un valor comercial. La calidad es un distintivo del producto de la empresa. En la cadena de incorporación de valor, la secuencia: calidad del proyecto, ejecución y de servicio pos venta constituye un elemento poderoso para la toma de decisión de un comprador moderno en un mercado competitivo.

Por esta razón Urbanas S.A se constituye como una constructora que busca ser competente en el desarrollo de proyectos de construcción que abarquen todos los segmentos del mercado y que generen impacto en el desarrollo urbanístico del sector; para esto ha implementado un Sistema de Gestión de la Calidad que pretende demostrar en forma coherente que mediante la planeación, aseguramiento, control y mejora de sus procesos genera productos que satisfacen los requisitos de sus clientes y los reglamentarios aplicables.

Cumpliendo con uno de los requerimientos de la Norma ISO 9001:2000 se genera dentro SGC, una estructura documental la cual contempla como documento principal en el desarrollo de los Proyectos de Construcción: El Plan de Calidad, mencionado en el capítulo anterior.

Este documento especifica qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, responsabilidades necesarios para la administración, ejecución y

control de cada proyecto constructivo, cuenta con dos anexos, el primero resume las Actividades de construcción establece los productos a entregar en cada una de las actividades del proyecto, su control de calidad, documentos referenciados internos y externos, especificaciones, y registros que proporcionan la evidencia del control y resultados. En el segundo Anexo se desarrolla el Programa de Control de Calidad en obra, éste como su nombre lo indica contiene las medidas de control de calidad para las actividades mencionadas en el anexo 1, de acuerdo a las normas reglamentarias (medidas, pruebas y ensayos), la frecuencia, ubicación, laboratorios y total de pruebas programadas.

Con el fin de continuar con el proceso de mejora continua, y buscando la aplicación eficaz de los procesos se ha desarrollado la presente práctica en la Obra Parque Central Cañaveral, participando en la revisión del Sistema de Gestión de la Calidad específicamente en las actividades relacionadas al proceso constructivo las cuales están descritas en el plan de calidad del proyecto, a su vez en la definición y ejecución de los procesos de control de calidad de las actividades desarrolladas dentro del avance constructivo del proyecto, definidos en los documentos mencionados, identificando las falencias u omisiones presentes.

2.2 CONOCIMIENTO GENERAL DEL PROYECTO

2.2.1 ESPECIFICACIONES DE VENTA

Parque Central es un Conjunto residencial cuyos sistemas constructivos son tipo túnel y tradicional, está conformado por 3 torres, cada una de estas tiene 15 pisos. Los pisos constan de 4 apartamentos de 99.95 m² (Apartamento Tipo) excepto el último piso que posee 4 apartamentos tipo Duplex de 171.17 m².

Cuentan con una zona social compuesta por piscinas para adultos y niños, kiosko bar, teatro en casa, gimnasio, parqueaderos cubiertos en estructura tradicional, alcantarillado separado, red eléctrica conectada a subestación eléctrica con transformador y planta de emergencia, dos ascensores, empujamiento, arborización interior y portería.

2.2.2 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

CIMIENTOS

Cimientos bajo muros estructurales y vigas de amarre de cimentación en concreto reforzado, apoyados sobre pilas en concreto reforzado diseñadas y construidas según NSR-98. Los cimientos de los parqueaderos son zapatas aisladas con vidas de amarre diseñadas y construidas según los mismos criterios

ESTRUCTURA

Comprende placas de entrepiso y algunos muros de concreto reforzado fundidos con el sistema Outinord, según Norma NRS-98. El punto fijo en placa maciza de concreto reforzado, apoyado sobre columnas y pantallas en el mismo material. Parqueadero en placa de concreto reforzado aligerada con casetón de lona, con las viguetas a la vista.

MAMPOSTERIA

Los muros divisorios distintos de los estructurales son en ladrillo de arcilla H.-10. Los muros estructurales en concreto reforzado.

DESAGÜES

Los desagües subterráneos del primer piso se construyen en tubería PVC Sanitaria o de Aguas Lluvias según el caso. Los desagües de los apartamentos del primer piso son independientes en tubería PVC hasta las cajas de inspección. Los ramales horizontales de los desagües de pisos superiores se construyen en tubería PVC según diseño sanitario, y Norma Icontec 1500

INSTALACIONES SANITARIAS-HIDRÁULICAS

Las redes internas de los apartamentos se diseñan y construyen según Norma Icontec 1500 o Código Colombiano de Fontanería. Las instalaciones de agua potable, sanitarias, reventilaciones y de aguas lluvias se construyen en tubería PVC.

REDES DE ALCANTARILLADO COMUNAL

Las redes de alcantarillado exterior se construyen siguiendo las Normas de LA CDMB Y EL RAS, hasta su conexión a las redes de alcantarillado existentes alrededor del predio. El sótano de parqueaderos inferior dispone de unas motobombas de achique.

REDES DE ACUEDUCTO COMUNAL

El sistema de Acueducto consiste en un sistema de Tanque bajo de almacenamiento con sistemas de bombeo independiente a Tanques elevados ubicados en cada una de las torres, y desde esos tanques por tubería PVC se distribuye el agua potable a cada uno de los apartamentos, Las redes y los equipos se diseñan y construyen de acuerdo al Código Colombiano de Fontanería y EL RAS

2.2.3 DISEÑOS TÉCNICOS

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Estudio realizado por Geotecnología Ltda.. Director del Estudio Ing., Jaime Suárez Díaz en Junio de 2003 el cual define las características físicas, sísmicas geológicas y geotécnicas del lote, resultados de los sondeos, perfil geotécnico típico, cálculo de la capacidad de soporte, cálculo de parámetros geotécnicos para el diseño, y recomendaciones para el diseño y construcción.

DISEÑO ESTRUCTURAL (sector parqueaderos)

Diseño realizado por el Ing, Herbert Ariza, según Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98, bajo las siguientes especificaciones, Concreto cimientos f'c 21 Mpa (3000 psi) , concreto placas y columnas f'c 28 Mpa (4000 psi), malla electrosoldada \emptyset mayor a 3/8 fy= 60000 psi= 4200 Kg/cm²

Sistema de cálculo: Análisis estructural Programa tridimensional RCB, Análisis sísmico: Método de fuerza horizontal equivalente. Sistema de construcción Placa aligerada en un sentido apoyada en pórticos de concreto.

DISEÑO ESTRUCTURAL (sector torre)

La estructura esta soportada sobre pilas de concreto ciclópeo de 2500 psi, zapatas y vigas de amarre en concreto de 3000 psi. Ésta se basa en muros de corte y placas de diafragma rígido, dando como resultado una estructura monolítica con gran rigidez en ambas direcciones. El sistema cumple con las especificaciones de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR – 98). Concreto de f'c 28 Mpa (4000 psi), malla electrosoldada \emptyset mayor a 3/8 fy= 60000 psi= 4200 Kg/cm²

2.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

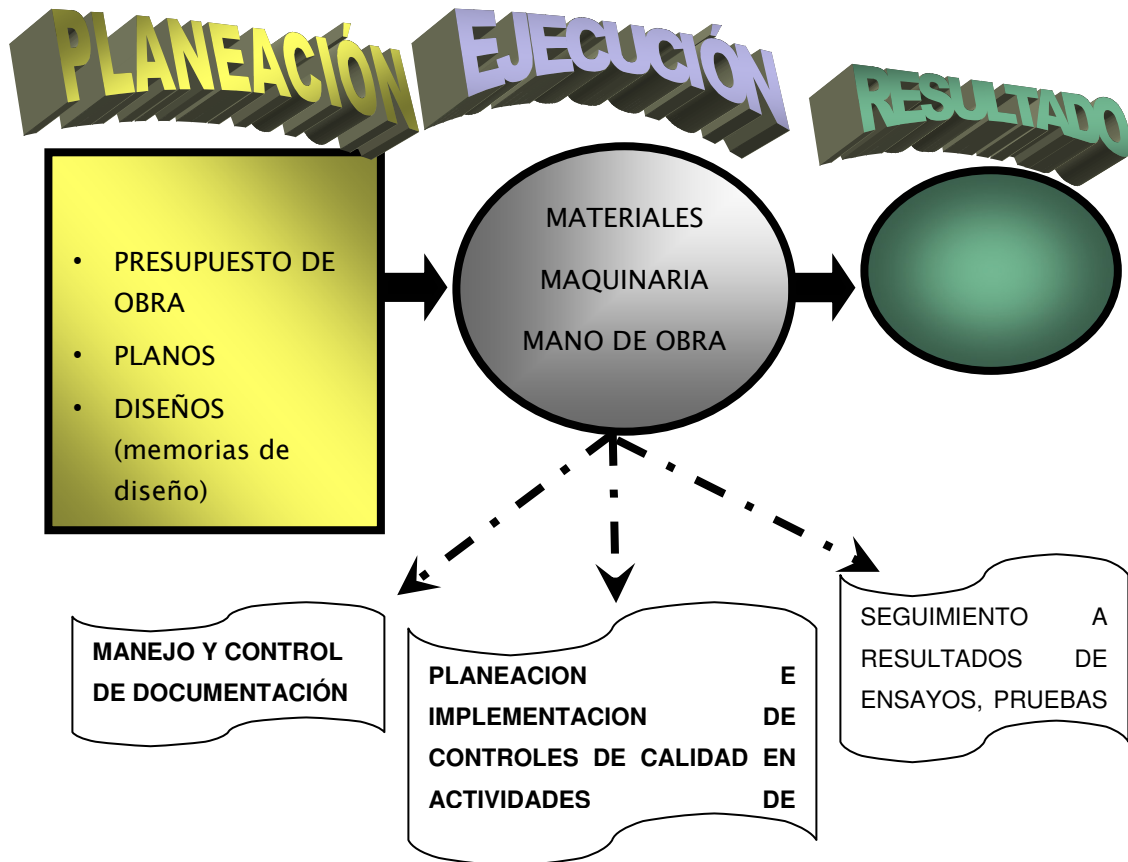


figura 3 Caracterización del proceso de construcción

PLANEACIÓN

En esta fase se verifican, validan y solicitan ajustes a los diseños arquitectónicos, estructurales, de instalaciones hidráulicas, sanitarias, instalaciones eléctricas, y mecánicas, se verifica el presupuesto de obra. Los ingenieros encargados definen las especificaciones técnicas para el proceso de licitaciones de las actividades de construcción. Se establece el programa

de obra, y se define el plan de calidad para el proyecto respectivo, se verifica el presupuesto de obra y programa de trabajo en caso de ser necesario, evalúan necesidades de equipos, materiales de construcción e infraestructura. De la misma manera se elabora el documento de seguimiento y control ambiental, por el profesional encargado.¹

Generalmente en proyectos grandes se realiza un organigrama de obra, esta estructura jerárquica es común en la mayoría de obras, en donde se especifica la línea de mandos y en algunas ocasiones las funciones de cada uno de los participantes.

EJECUCION

En esta etapa se desarrollan las siguientes actividades:

Una vez se cuente con los equipos, materiales y la infraestructura requerida, se procede con la ejecución del proyecto de acuerdo a diseños y programa de obra. En esta fase se centra el control calidad y las actividades que se derivan de este, las cuales se señalaran posteriormente.

RESULTADOS

Una vez finalizado el proyecto se hace entrega de éste, de los resultados de pruebas y análisis de calidad, manual del usuario y planes de mejora.

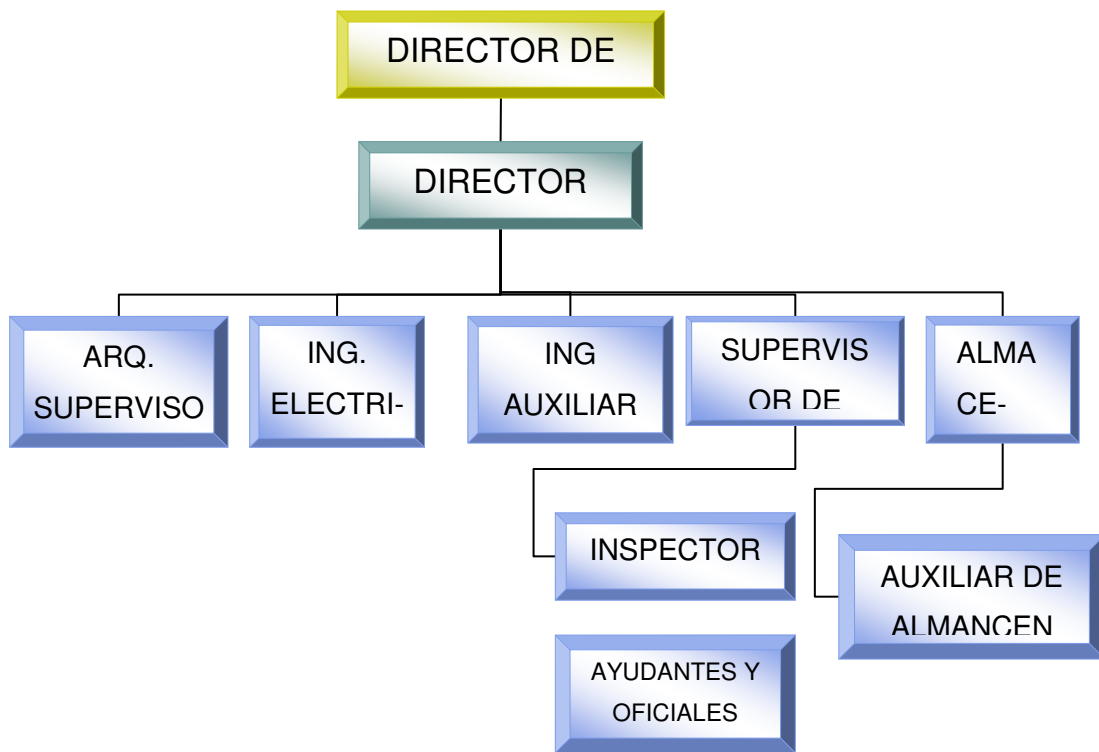


Figura 4 Estructura organizacional de la obra

2.4 ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRACTICA

La figura 3 ilustra las etapas del proceso de construcción de un proyecto cualquiera en la compañía, en ella se señalan las principales actividades realizadas durante la práctica.

2.4.1 MANEJO Y CONTROL DE LA DOCUMENTACION

PLAN DE CALIDAD Y ANEXOS.

Seguimiento de las actividades planteadas dentro de la construcción del proyecto, de la estructura organizacional, así como de documentos tales como estudios, o diseños, especificaciones de diseño, cronograma de actividades, con el fin de asegurar la eficaz operación y control de los procesos.

CONTROL DE REGISTROS Y DOCUMENTOS

Generación de formatos para el control de procedimientos desarrollados en la obra, según el ítem 4.2.3 de la Norma ISO 9001:2000: Formatos de envío de materiales para ensayo, formato de control de calidad, formato de validación de patrones.

Diligenciamiento de los formatos: Envío de elementos y materiales de construcción para ensayos, mantenimiento de equipos y maquinaria de construcción, actas de inicio y finalización de contratos,

Registro y seguimiento de avance de contratos, otrosi de acuerdo a un presupuesto establecido, de la misma manera para aportes patronales.

Control de ingreso y salida de planos de obra, con su respectiva actualización, este control es fundamental ya que se verifica si los planos cumplen con los diseños y modificaciones realizadas a éstos.

2.4.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PRODUCTO

Una de las principales actividades consistió en el trabajo en conjunto con el equipo de trabajo en obra, respecto al seguimiento a las actividades de construcción establecidas en el Anexo 1 y Anexo 2 del Plan de calidad, donde se define los parámetros de control que rigen la ejecución de estas actividades.

CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO Y DE MEDICIÓN

Identificación y verificación de instrumentos de medición utilizados en la obra, tales como mira, teodolitos, niveles, manómetros y flexómetros, los cuales se utilizan en la localización topográfica e pruebas redes de gas e hidráulicas respectivamente.

Verificación de las calibraciones periódicas de los equipos de medición respecto a patrones de medición trazables, o de medición nacional. En el caso de que no existan tales patrones, se registra la base utilizada para la verificación. Cuando se subcontratan laboratorios para realizar ensayos o

mediciones, se solicita de antemano los certificados de calibración de los equipos y patrones.



Foto 2 Pruebas de presión en tuberías

Control de especificaciones y requisitos normativos (ver capítulo 3) mediante la verificación, seguimiento y archivo de los registros de pruebas y ensayos, de elementos y actividades constructivas con el fin de validar su ejecución.

Concreto:

Asentamiento de concreto NTC 396,

Toma de muestras de concreto fresco NTC 454.

Elaboración y curado de cilindros en obra NTC 550.

Mortero: Cubos para ensayos de compresión NTC 220.

Mampostería: Unidades de mampostería de arcilla cocida NTC 4205.

Control de redes de gas internas : NTC 2505

Pruebas de estanqueidad e hidráulicas: NTC 1500



Foto 3 Elaboración de cilindros de concreto



Foto 4 Curado de muestras de concreto



Foto 5 Densidad en rellenos

CONTROL DE CAMBIOS EN EL DISEÑO

Revisión de memorias de diseños con el fin de conocer los parámetros de diseño, tipos de instalación, construcción y recomendaciones.

En el caso de cambios en los diseños estructurales, arquitectónicos, eléctricos, etc, una vez se validen se realiza la respectiva legalización de la modificación en los diseños realizados.

ASEGURAR LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS E INFORMACIÓN PARA APOYAR LA OPERACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Seguimiento al mantenimiento de equipos y maquinaria externa e interna de construcción.

Supervisión del proceso de control de calidad desarrollado por proveedores y contratistas que suministran materiales y elementos de construcción, tales como concretos, tuberías eléctricas e hidrosanitarias.

2.4.3 MEDICION ANALISIS Y MEJORA CONTINUA

SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN

Seguimiento de los procesos de avance del proyecto mediante formatos de control y ejecución en obra, Recibo de obra, así como de la evaluación periódica de los contratistas.

AUDITORIA INTERNA

Toma de acciones necesarias con el fin de corregir las no conformidades detectadas y sus causas, esto incluye registros acciones tomadas e informe de resultados verificados.

CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME

Identificación, documentación y creación de acciones correctivas y preventivas respecto a productos no conformes relacionadas con las actividades constructivas, contratistas y proveedores.

2.4.4 EJECUCIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DESARROLLADO

Atendiendo al compromiso de desarrollo y complemento del SGC, así como con la mejora continua de la organización se definen los procedimientos de control (pruebas y ensayos) de los procesos constructivos, mencionados anteriormente, de acuerdo a la normatividad vigente e identidades relacionadas, derivando en una mayor confiabilidad y satisfacción de los clientes. Este tema se ampliará en el Capítulo 3.

A continuación se describe el desarrollo de los controles más importantes en las actividades de construcción bajo los parámetros mencionados anteriormente:

LOCALIZACIÓN TOPOGRÁFICA.

Finalizando la fase de demarcación de unidades estructurales de la torre 1 se pide al contratista realice el levantamiento de la poligonal; el error de angular y lineal de la poligonal se confronta a con los parámetros establecidos por la CDMB, ver capítulo 3. Arrojando resultados satisfactorios.

El contrato de demarcación de la torre 2 y su correspondiente parqueadero se otorgó a un nuevo topógrafo al cual se le solicitó el registro de mantenimiento del equipo topográfico, una vez se inicia la labor del contratista en la demarcación de la torre se realiza periódicamente la respectiva verificación de la poligonal, la cual proporciona errores inferiores a los máximos permitidos.

ESTRUCTURAS EN CONCRETO

Se selecciona un tomador de muestras de concreto calificado, que será la persona encargada de realizar todos los ensayos en estado fresco (Toma de muestra NTC 454, Temperatura NTC 3357, Asentamiento NTC 396, y elaboración y curado de especímenes de concreto NTC 550).

Inspección visual del concreto en las fundidas de elementos estructurales para verificar que el concreto sufra segregación.

Supervisión de la toma de 226 muestras para la primera torre, entre las cuales incluyen las muestras de parqueaderos, zonas sociales, estructura túnel de la Torre1, andenes y sardineles. En la mayoría de los ensayos de cilindros a la compresión, el concreto cumple con la resistencia especificada. En las muestras con resistencias inferiores a las especificadas, se realizaron Pruebas de esclerómetro o Ultrasonido, a los elementos a que pertenecían para corroborar la resistencia adquirida, arrojando resultados aceptables.

La prueba de esclerómetro se basa en el principio de rebote de masa elástica que depende de la dureza de la superficie del concreto. Este ensayo debe aplicarse en superficies lisas. Los resultados se ven afectados por la rugosidad de la superficie, la dimensión máxima del agregado, la edad, la condición de humedad y la carbonatación de la superficie del concreto.

El ensayo de Ultrasonido consiste en medir el tiempo en que una onda ultrasónica atraviesa el concreto, teniendo en cuenta la longitud del elemento a evaluar. El principio se basa en que unas ondas se propagan en cualquier medio donde existan átomos que puedan vibrar elásticamente, teniendo en

cuenta que a medida en que el medio sea más denso, más rápida es la velocidad de propagación. Estos ensayos son realizados por Cemex quienes son los proveedores del concreto de planta.

MAMPOSTERÍA

Según la Norma 4205 la resistencia mínima a la compresión en ladrillos de perforación horizontal H10-H15 (mampostería en sucio) para un promedio de 5 unidades son 30 kgf/cm². Se realizaron 13 ensayos a muestras de ladrillo H10, los cuales cumplen con lo especificado por la norma con una resistencia de 34 a 57 kgf/cm², 3 ensayos de H 15, aunque su resistencia es menor que la de H10 cumple con la norma, su resistencia oscila entre 30 a 40 kgf/cm². Para ladrillos de mampostería a la vista se ensayaron ladrillos EP3 (perforación horizontal) con una resistencia de 280^a 360 kgf/cm², mostrándonos el cumplimiento de la norma.

INSTALACIONES HIDRÁULICAS

Los instrumentos de medición utilizados para realizar las pruebas hidráulicas son manómetros con rango de medición de 0 a 150 psi., dichos manómetros no se encontraban calibrados, para esto se solicita al contratista hacer la respectiva calibración de por lo menos un manómetro. Una vez se obtiene el respectivo certificado de calibración se observó que el manómetro corresponde a un instrumento de medición clase 4, lo cual indica que posee una desviación del 4% respecto al patrón de calibración, este es un dato de gran importancia ya que determina el valor de la incertidumbre de la medición realizada.

Se realiza la validación de los manómetros no calibrados respecto al calibrado, realizando varias medidas y promediando las diferencias, para así poder realizar la medición teniendo en cuenta el grado de incertidumbre de los manómetros no calibrados.

El ensayo de presión se realiza para cada apartamento, se llena la tubería por medio de una bomba de agua a una presión de 150 psi, se toma la lectura inicial y la medida final después de 4 horas, sólo se acepta la instalación de la tubería cuando la prueba es satisfactoria, es decir si no ha disminuido respecto a su lectura inicial.

INSTALACIONES SANITARIAS

La prueba de estanqueidad se realiza para cada apartamento, se taponan los puntos de desagües y se llena la tubería del apartamento, se toma un nivel inicial y 12 horas después se toma el nivel final sólo se acepta la instalación de la tubería cuando la prueba es satisfactoria, es decir si no ha disminuido su nivel inicial.

INSTALACIONES DE GAS

Los instrumentos de medición utilizados para realizar los ensayos son manómetros con rango de medición de cero (0) a (60) psi., dichos manómetros no se encontraban calibrados, para esto se solicita al contratista hacer la respectiva calibración de por lo menos un manómetro. Una vez se obtiene el respectivo certificado de calibración se observó que el manómetro corresponde a un instrumento de medición clase 4, lo cual indica que posee una desviación del 4% respecto al patrón de calibración. Se llevó a cabo el

mismo proceso comparativo de los manómetros realizado con las pruebas hidráulicas.

La presión de operación de la tubería es de 0.2 -1 psi, lo cual indica que la presión mínima de ensayo es de cinco (5 psi). El ensayo de hermeticidad se realiza para cada apartamento, se prueba la tubería a una presión de 30 psi durante 1 hora, siguiendo la NTC 2505 , se toma la lectura inicial y la medida final, sólo se acepta la instalación de la tubería cuando la prueba es satisfactoria, es decir si no ha disminuido respecto a su lectura inicial.

3 INSTRUCTIVO DE NORMAS APLICADAS AL CONTROL DE CALIDAD DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

El control de los procesos se da mediante, la planeación, aseguramiento del control y mejoramiento continuo. En esta sección se definen algunos parámetros para el aseguramiento de la calidad, dentro de este proceso se establecen un conjunto de acciones planeadas o sistemáticas necesarias para proveer una adecuada confianza de que el proyecto satisficará además de las necesidades, las normas aplicables. Éstas operan como puntos de referencia para que los interlocutores se pongan de acuerdo respecto de la calidad esperada del proyecto.

El aseguramiento de la calidad, tiene procedimientos consensuados, registrados y documentados, por medio de los cuales el proceso de construcción está sujeto a controles internos, para producir un proyecto de edificación con la calidad convenida.

Todos los países tienen, desde hace muchos años, organismos de normalización, que emiten especificaciones para los resultados de procesos de fabricación y elementos de uso en la construcción o en otras actividades.

En general, los procesos de fabricación no son normalizados, lo que se normaliza es el producto final, sin embargo, alcanzar una calidad en un producto final no suele ser tan fácil, si no hay una cadena de procedimientos donde se cuide extremadamente la calidad de cada paso.

Es importante mencionar que el sector de la construcción es el más normalizado a nivel mundial, ya que va dirigido a la construcción del hábitat del ser humano, por esta razón en Colombia se han generado una serie de normas que regulan y controlan la creación, aceptación y manipulación de materiales, y procedimientos, cuyo fin es crear el camino que tenemos que seguir para lograr el verdadero Fortalecimiento y Desarrollo Sostenido del Sector de la Construcción.

Algunas de las normas nacionales son: Norma Colombiana de diseño y construcción sísmo Resistente de 1998. RAS 2000, Normas Técnicas Colombianas, INVIAS, etc.

Este capítulo fue desarrollado con el fin de señalar textualmente apartes de las principales normas que aplican al control de calidad de acuerdo a las actividades respectivas en que tienen influencia, éstas aplican a procedimientos y materiales en proyectos de edificación, de acuerdo a las normas que rigen dichas actividades de tal manera que se verifique el cumplimiento de especificaciones de los procesos que conllevan al desarrollo del proyecto.

3.1 LOCALIZACION TOPOGRAFICA

DEBIDO A QUE NO EXISTEN NORMAS ESPECÍFICAS QUE RIJAN ESTA ACTIVIDAD, SE ADOPTA PARA EL CONTROL DE CALIDAD, LAS NORMAS QUE ESTABLECE LA CORPORACIÓN DE DEFENSA DE BUCARAMANGA, BUSCANDO TENER PARÁMETROS DE COMPARACIÓN.

CONTROL DE PROCEDIMIENTOS

EL TOPÓGRAFO DEBERÁ VERIFICAR LA EXACTITUD DE LOS NIVELES EXISTENTES EN EL PREDIO, PARA ELLO DEBE INFORMARSE LO SUFICIENTE ACERCA DE LOS MOJONES Y B.M, CON LOS CUALES PUEDE SER REPLANTEADA CONVENIENTEMENTE LA EDIFICACIÓN.

SE DEBEN LOCALIZAR CADA UNO DE LOS PUNTOS O ELEMENTOS SEAN ESTRUCTURALES O NO, CIÑÉNDOSE ESTRICTAMENTE A LOS PLANOS ESTRUCTURALES O ARQUITECTÓNICOS. EN EL CASO DE MODIFICACIONES RESPECTO A LO PACTADO INICIALMENTE EN LOS DISEÑOS, SE DEBE REALIZAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO RESPECTIVO PARA EVIDENCIAR LOS CAMBIOS EN LOS PLANOS RECORD, EN CARTERAS DE CAMPO Y FORMATOS DE CONTROL Y EJECUCIÓN DE OBRA.

CONTROL DE EQUIPOS

VERIFICAR EL REGISTRO DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS

TOPOGRÁFICOS, AL INICIO DEL CONTRATO Y CON UNA FRECUENCIA DE CADA SEIS MESES.

VERIFICAR EL AJUSTE DE LA MIRA, MEDIANTE REVISIÓN DE AJUSTE VISUAL CADA 30 DÍAS.

VERIFICAR EL AJUSTE DEL TEODOLITO, MEDIANTE CIERRE DE POLIGONAL CADA 2 MESES, EN ESTE INFORME SE COMPRUEBA EL ERROR DE CIERRE ANGULAR Y LINEAL, DE ACUERDO A LAS NORMAS DE LA CDMB.

VERIFICAR EL AJUSTE DEL NIVEL, MEDIANTE LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO CADA 2 MESES, EN ESTE INFORME SE COMPRUEBA EL ERROR DE CIERRE ALTIMÉTRICO, DE ACUERDO A LAS NORMAS DE LA CDMB.

NORMAS TÉCNICAS PARA DISEÑO Y PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE ALCANTARILLADO. CORPORACIÓN DE LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA.

3.4 NORMAS SOBRE MEDICIONES

Todas las mediciones de alineamientos de tránsito se harán con cintas de acero debidamente patronadas.

Los ángulos horizontales y verticales deben medirse con un tránsito previamente corregido y que permita una aproximación de 20 segundos.

3.5 LIMITE DE TOLERANCIA

A. Cierre Lineal

El máximo error admisible en las poligonales será 1:2.500, con equipo convencional y 1:7500 con equipo electrónico.

B. Cierre Angular

El máximo error admisible en el cierre angular (E), estará dado por la siguiente ecuación:

Siendo "E" el error de cierre en minutos o segundos, "n" el número de vértices o estaciones de la poligonal, y "a" la aproximación del tránsito en las mismas unidades de "E".

$$E = \pm a\sqrt{n}$$

C. Cierre Altimétrico

El máximo error admisible en el cierre altimétrico "E", será:

$$E = \pm 1.2\sqrt{K}$$

En donde "E" es error expresado en centímetros, y "K" es la distancia nivelada en kilómetros.

Longitud máxima de la visual = 100 metros

Aproximación en la lectura de la mira = 0.001 metros

3.2 CONCRETO EN INFRAESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA

El concreto es la base fundamental para cualquier tipo de estructura; es un material durable, impermeable, duro y resistente, se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo.

CONTROL DE MATERIALES

Veremos algunas de las normas que rigen los controles que se efectúan a los materiales componentes del concreto en obra (cemento, arena, agregados, agua) el acero de refuerzo se ampliará en otra sección.

- **CEMENTO**

Tabla 1 Tipos de cementos

<i>TIPO</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>NORMA</i>
<i>I</i>	Uso común	<i>NTC 30</i>
<i>II</i>	resistencia moderada a sulfatos	<i>NTC 30</i>
<i>III</i>	alta resistencia inicial	<i>NTC 30</i>
<i>IV</i>	bajo calor de hidratación	<i>NTC 30</i>
<i>V</i>	alta resistencia de sulfatos	<i>NTC 30</i>

Capítulo c.3

Materiales

C.3.2 Cementos

C.3.2.1 El cemento debe cumplir con las normas NTC 121 y NTC 321. Se permite el uso de cementos fabricados bajo las normas ASTM c150 y ASTM c595. Además se permite el empleo de cementos hidráulicos expansivos fabricados bajo la norma ASTM c845.

C.3.2.1 El concreto utilizado en la obra debe corresponder a que sobre el cual se base la dosificación de la mezcla de concreto. (véase c.5.2)

C.3.2.1 Se prohíbe el uso de los cementos denominados de mampostería en la fabricación de concreto.

- **AGREGADOS**

Los agregados son partículas incorporadas al concreto que ocupan un espacio, y que en combinación con el cemento el agua proporcionan resistencia mecánica al concreto en estado endurecido. La calidad de los agregados esta determinada por el origen, por su distribución granulométrica, densidad, forma y textura; encontramos agregados gruesos y finos

C.3.3 Agregados

c.3.3.1 Los agregados para el concreto deben cumplir con la norma NTC 174 (ASTM C33).

C.3.3.2 Los agregados que no cumplan con las especificaciones de, pero que hayan demostrado mediante ensayos especiales o en uso, que producen concreto con resistencia y durabilidad adecuadas, pueden ser utilizados cuando así lo autorice el supervisor técnico.

C.3.3.3 El tamaño máximo nominal del agregado no debe ser mayor que:

a) 1/5 la dimensión menor entre los lados de las formaletas.

b) 1/3 del espesor de las losas,

c) 3/4 del espaciamiento libre mínimo entre las barras o alambres individuales del refuerzo, paquetes de barras o los tendones o doctor de preesforzado.

Pueden obviarse estas limitaciones si a juicio del supervisor técnico, los métodos de compactación y la manejabilidad son tales que el concreto pueda ser colocado sin que se produzca hormigueros, vacíos o segregación en la mezcla.

C.3.3.4 Pueden utilizarse agregados livianos en la producción de concreto estructural, siempre y cuando éstos cumplan con los requisitos de la norma NTC 4045 (ASTM C330).

- **ARENA**

Una de las grandes precauciones que debe tomarse es corroborar el nivel de materia orgánica que presenta la arena, ya que si éste es nivel es alto puede afectar las propiedades químicas y mecánicas del concreto disminuyendo su resistencia.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 127. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para concreto.

Una vez se halla realizado el procedimiento de la solución de color estándar, proseguimos a:

10. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

10.1 Si el color del líquido sobrenadante es más oscuro que el de la solución de color estándar o del vidrio de color estándar de la placa orgánica N°3 (Color Gardner estándar N° 11), se debe considerar que el agregado fino sometido a ensayo, posiblemente contiene compuestos orgánicos perjudiciales, entonces se deben realizar otros ensayos, antes de aprobar la arena para su uso en el concreto.

- **AGUA**

En algunas plantas de tratamiento adicionan sustancia como sulfato, aluminio y cloro, que pueden interferir con el fraguado del cemento, promover la corrosión del acero de refuerzo y así mismo producir manchas en el concreto. Por esta razón es importante realizar una inspección al agua para la mezcla, y si proviene de fuentes no conocidas, es conveniente

analizarla periódicamente para comprobar que no varíe el pH o las impurezas a través del tiempo.

Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98

C.3.4 agua

C.3.4.1 El agua utilizada en la mezcla del concreto debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de cloruros, aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo. (Se recomienda cumplir con la norma NTC (3459).

CONTROL DE PROCEDIMIENTOS

La propiedad del concreto a la que con mayor frecuencia se hace referencia es la resistencia a la compresión, debido a que es muy fácil de evaluar y en la mayoría de los casos es suficiente para garantizar un buen comportamiento estructural. Usualmente esta propiedad es utilizada como base de aceptación del concreto en obra, y por esta razón, la correcta ejecución de la toma, curado y ensayo de resistencia a la compresión de las muestras y a la adecuada selección del tomador de muestras y del laboratorio que realiza los ensayos, cobra vital importancia dentro del proceso del control de calidad del concreto. A continuación enunciamos las principales normas que aplican a dicho control.

Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98

"CAPITULO C.5

CALIDAD DEL CONCRETO, MEZCLADO Y COLOCACIÓN *C.5.1 GENERALIDADES*

C.5.1.2 Los valores exigidos para la $f'c$ deben basarse en ensayos sobre cilindros fabricados y probados de acuerdo a lo establecido en C.5.6.2

C.5.1.3 A menos que se especifique lo contrario, el $f'c$ real se debe obtener por medio de ensayos a los 28 días y el valor debe corresponder al promedio de los resultados obtenidos de dos cilindros del mismo concreto y ensayados el mismo día. Si se especifica una edad diferente de 28 días para la determinación del $f'c$ real, esta edad debe estar claramente marcada en los planos y especificaciones.

C.5.6. EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL CONCRETO

C.5.6.1 FRECUENCIA DE LOS ENSAYOS

C.5.6.1.1 Las muestras para las pruebas de resistencia correspondientes a cada clase de concreto, deben estar conformadas cuando menos por una pareja de cilindros tomados no menos de una vez por día, ni menos de una vez por cada 40 m³ de concreto o una vez por cada 200 m³ de área de losas o muros. Como mínimo debe tomarse una pareja de muestras de concreto de columnas por piso. De igual manera como mínimo debe tomarse una pareja de muestras por cada 25 bachadas de cada clase de concreto.

C.5.6.1.3 Cuando la cantidad total de una clase de concreto sea menor

de 10 m³, pueden suprimirse las pruebas de resistencia si, a juicio del Supervisor Técnico, existe suficiente evidencia de que la resistencia que se va a obtener es satisfactoria.

C.5.6.1.4 Un ensayo de resistencia debe ser el resultado del promedio de resistencia de 2 cilindros tomados de una misma mezcla y ensayados a los 28 días, o a la edad especificada en caso de que sea diferente de 28 días.

C.5.6.2 ENSAYO DE MUESTRAS CURADAS EN EL LABORATORIO

C.5.6.2.1 Para el ensayo de resistencia, las muestras se deben tomar de conformidad con la norma NTC 454 (ASTM C172)

C.5.6.2.2 Los cilindros para el ensayo de resistencia, deben fabricarse y curarse de conformidad con la norma NTC 550 (ASTM C31) y ensayarse según la norma NTC 673 (ASTM C39).

C.5.6.2.3 El nivel de resistencia para cada clase de concreto se considera satisfactorio si cumple simultáneamente los siguientes requisitos:

a) Que los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros). Iguales o excedan el valor nominal especificado para $f'c$. y,

b) Que ningún resultado individual de los ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), tenga una resistencia inferior a 3.5 MPa, o más a $f'c$.”

C.5.6.4 INVESTIGACIÓN DE LOS RESULTADOS BAJOS EN LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA

C.5.6.4.1 Si en cualquier ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) en cilindros curados en el laboratorio, resulta menor en 3.5 MPa que $f'c$ (Véase C.5.6.2.3 (b)), o si los ensayos de cilindros curados bajo condiciones de campo indican deficiencias en la protección o el curado del concreto (Véase C.5.6.3.4), deben tomarse las medidas necesarias para asegurar que las condiciones de carga de la estructura no se haya comprometido.

C.5.6.4.2 En caso de confirmarse que el concreto es de baja resistencia, y si los

cálculos indican que la capacidad de carga de la estructura se ha reducido significativamente, se puede apelar al ensayo sobre núcleos extraídos de la zona en duda, de acuerdo con la NTC 3658 (ASTM 42). En tal caso, deben tomarse tres núcleos por cada ensayo de resistencia que haya sido inferior en 3.5 Mpa,(507.63 psi) o más a $f'c$.

C.5.6.4.3 En caso de que el concreto de la estructura vaya a estar seco durante las condiciones de servicio, los núcleos deben secarse al aire (entre 15 °C y 30°C de temperatura y humedad relativa menor del 60%), durante 7 días antes del ensayo, y deben probarse secos. Si el concreto de la estructura va a estar más que superficialmente húmedo durante las condiciones de servicio, los núcleos deben sumergirse en agua por lo menos durante 40 horas, y ensayarse húmedos.

C.5.6.4.4 El concreto de la zona representada por los núcleos es

estructuralmente adecuado, si el promedio de los 3 núcleos resulta por lo menos igual al 85% $f'c$, y si ningún núcleo presenta una resistencia menor del 75% de $f'c$. Para comprobar la precisión del ensayo, se pueden volver a tomar y ensayar núcleos en los lugares que presenten resultados dudosos.

- **TOMA DE MUESTRAS**

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 454. Hormigón fresco. Toma de muestras.

“3. MUESTREO

3.1 El tiempo total transcurrido entre la obtención de la 1ª y la última porción de muestra, debe ser tan corto como sea posible y en ningún caso debe exceder de 15min.

3.1.2 Se inicia el ensayo de asentamiento o de contenido de aire o ambos, dentro de los 5 min. siguientes de la obtención de la porción final de la muestra compuesta. Se inicia el moldeo de las muestras para el ensayo de resistencia, dentro de los 15 min., siguientes a la elaboración de la muestra compuesta. Se protege la muestra del sol, del viento y de cualquier otra fuente de rápida evaporación y de concentración

4. PROCEDIMIENTO

4.2.1 ... No se deben obtener porciones para la muestra de las partes primera o última de la descarga.....No se debe restringir el flujo de salida en la mezcladora, en el contendor o la unidad transportadora,

debido a que se puede producir segregación.

- **ASENTAMIENTO**

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 396. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.

3. RESUMEN DEL MÉTODO

3.1 Una muestra de concreto fresco se coloca en un molde tronco cónico y se compacta mediante una varilla. El molde se levanta permitiendo que el concreto se asiente. El asentamiento corresponde a la diferencia entre la posición inicial y la desplazada de la superficie superior del concreto. Las mediciones se deben tomar en el centro de la cara superior.

6. PROCEDIMIENTO

6.2 Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. La capa del fondo debe compactarse a través de todo su espesor, cada una de las capas intermedias y superior deben compactarse a través de todo su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

6.3. La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, debe efectuarse sin interrupción durante un tiempo

máximo de 2 min. 30 s.

- **ELABORACION Y CURADO DE MUESTRAS**

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 550. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.

6. MUESTREO DE CONCRETO

6.2 Se debe registrar la identidad de la muestra con respecto a la localización del concreto que representa y al tiempo al cual se efectúa la fundida.

8. ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES

8.1 SITIO DE ELABORACIÓN

Los especímenes se deben elaborar sobre una superficie nivelada, rígida, libre de vibración o de cualquier otra perturbación y en un sitio lo más cercano posible a donde van a ser almacenados.

VACIADOS DEL CONCRETO

...Cuando se coloca la última capa, el operario debe adicionar la cantidad de concreto necesario APRA que el molde que lleno, una vez realizada la compactación, no se debe completar el molde con concreto de diferente mezcla.

VIBRACIÓN

8.3.3.2 Cilindros. En cada capa se debe introducir el vibrador en tres sitios diferentes. Al compactar cada capa se debe permitir que el vibrado penetre hasta 25 mm la capa subyacente. Después de vibrar cada capa, el molde se debe golpear suavemente de 10 a 15 veces con el martillo de caucho, para cerrar los huecos dejados en la compactación y permitir la salida de las burbujas de aire atrapado.

9. CURADO

9.1 PROTECCIÓN DESPUÉS DEL ACABADO

....Si a tempranas edades los moldes de cartón absorben agua, se pueden expandir y dañar los especímenes. Las superficies exteriores de los moldes de cartón y se deben proteger del contacto con cualquier fuente de humedad.

9.2.1 CURADO INICIAL

Curado Inicial en aire. Los moldes se deben colocar, durante las primeras 24h+- 8h, sobre una superficie horizontal, rígida, libre de vibración y otras perturbaciones. Temperatura 16º-27º, para evitar la pérdida de humedad.

Curado inicial de los cilindros en agua. Después del moldeado se sumergen los especímenes en agua saturada con cal entre 16º y 27º

durante 24h +- 8h.

CURADO NORMALIZADO

9.2.2.1 Cilindros. Como complemento al curado inicial y antes de 30 min después de retirado el molde, se deben almacenar los especímenes en un ambiente húmedo, manteniendo siempre agua libre a una temperatura de 23° C-+2°C sobre la superficie del cilindro.

3.3 ACERO DE REFUERZO PARA ESTRUCTURA

CONTROL DE MATERIALES

Para controlar la calidad del acero se debe verificar que el registro de pruebas por lote de producción expedido por el proveedor cumpla con los requisitos consignados en la NSR-98.

Normas Colombianas De Diseño Y Construcción Sismo Resistente Nsr-98

C.3.5.8 EVALUACION Y ACEPTACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO.

Deben tomarse y ensayarse muestras representativas de los aceros de refuerzo utilizados en la obra, con la frecuencia y alcance indicados en el Título I del Reglamento. Los ensayos deben realizarse de acuerdo con lo especificado en la norma NTC, de las enumeradas en C.3.8, correspondiente al tipo de acero. Los ensayos deben demostrar, inequívocadamente, que el acero utilizado cumple la norma técnica NTC correspondiente y el laboratorio que realice los ensayos debe certificar la conformidad con ella. Copia de estos certificados de conformidad deben remitirse al supervisor técnico y al ingeniero diseñador. El certificado de conformidad expedido por el laboratorio debe contener como mínimo lo siguiente:

- a) nombre y dirección de obra*
- b) fecha de recepción de las muestras y fecha de realización de los ensayos*
- c) fabricante y norma NTC bajo la cual se fabricó el material bajo la*

cual se realizaron los ensayos

d) peso por unidad de longitud de la barra, alambre, malla o torón de refuerzo y su conformidad con las variaciones permitidas y su diámetro nominal

e) características del corrugado, cuando se trate de acero corrugado.

f) resultados del ensayo de tracción, los cuales deben incluir: la resistencia a la fluencia y la resistencia última, evaluadas utilizando el área nominal de la barra, alambre, malla o torón de refuerzo indicada en la norma NTC correspondiente, y el porcentaje de alargamiento obtenido del ensayo.

g) resultado del ensayo de doblamiento

h) composición química cuando ésta se solicita

i) conformidad con la norma de fabricación y

j) nombre y firma de director del laboratorio

C.3.5.3.1 Las barras corrugadas para refuerzo deben cumplir con la norma NTC 2289 (ASTM A706). Además deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

a) La resistencia a la fluencia debe corresponder a la determinada por ensayos sobre barras de tamaño completo. Los esfuerzos obtenidos por medio del ensayo de tracción deben calcularse utilizando el área nominal de la barra tal como se indica en las Tablas C.3-1 y C.3-2.

b) No se permite el uso de acero corrugado de refuerzo fabricado bajo

las normas NTC 245, ni ningún otro tipo de acero que haya sido trabajado en frío o trefilado, a menos que esté explícitamente permitido por la norma bajo la cual se fabrica cualquiera de los materiales permitidos por el Reglamento.

C.3.5.3.2 Las barras corrugadas para refuerzo con una resistencia nominal a la fluencia f_y que exceda de 420 MPa, pueden utilizarse siempre y cuando f_y sea el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria del 035% y, además cumplan con la norma NTC 2289 (ASTM A706). Véase C.9.4

- **MALLAS ELECTROSOLDADAS**

A la malla se le debe realizar una inspección visual para su recepción en obra, con el fin de corroborar sus dimensiones con las requeridas en el diseño estructural. Para esta revisión se cita la NTC 2310

Normas Colombianas De Diseño Y Construcción Sismo Resistente NSR-98

C.3.5.4 MALLAS ELECTROSOLDADAS. Las mallas electrosoldadas se consideran una forma de refuerzo corrugado. Los alambres para mallas electrosoldadas y las mallas en si, deben cumplir con las siguientes normas:

C.3.5.4.2 La malla electrosoldada de alambre liso debe cumplir con la norma NTC 1925 (ASTM A185), excepto que para alambre con una resistencia a la fluencia nominal superior a 420 MPa, f_y debe ser el esfuerzo que corresponde a una deformación unitaria del 0.35%. Las intersecciones soldadas no deben estar espaciadas a más de 300 mm

en la dirección del esfuerzo calculado, excepto cuando la malla electrosoldada se utiliza como estribos de acuerdo con C.12.13.2.

C.3.5.4.2 La malla electrosoldada de alambre corrugado debe cumplir con la norma NTC 2310 (ASTM A497), excepto que para alambre con una resistencia a la fluencia nominal superior a 420 MPa, f_y debe ser el esfuerzo que corresponde a una deformación unitaria del 0.35%. Las intersecciones soldadas no deben estar espaciadas a más de 400 mm en la dirección del esfuerzo calculado, excepto cuando la malla electrosoldada se utiliza como estribos de acuerdo con C.12.13.2.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2310. Mallas electrosoldadas de acero, fabricadas con alambre corrugado, para refuerzo de concreto.

9. DIMENSIONES

9.1 ANCHO

El ancho de la malla electrosoldada se debe considerar como la distancia entre centros de los alambres longitudinales externos. La variación permisible no debe exceder ± 13 mm (1/2 pulgadas) del ancho especificado. En caso de que el ancho de los paneles planos o rollos esté especificado como el ancho total (longitud punta a punta de los alambres transversales), la variación no debe ser mayor que ± 25 mm (± 1 pulgada) respecto al ancho especificado. Cuando las mediciones involucran un alambre ondulado, la medición se debe hacer en el centreo aproximado de la onda sinusoidal.

9.2 LONGITUD *La variación en la longitud total de los paneles planos,*

medida en cualquier alambre, puede variar ± 25 mm (1 pulgada) o 1% de la longitud, la que sea mayor.

9.3 La saliente de los alambres transversales de debe proyectarse más allá de la línea central de cada alambre de borde longitudinal, una distancia mayor de 25 mm (1 pulgada), a menos que se especifique otra cosa.

3.4 MAMPOSTERÍA NO ESTRUCTURAL

La mampostería es la construcción de muros con base en ladrillos pegados con mortero, los muros usados en edificios de construcción apertada, servirán de división de ambientes, es decir son muros divisorios. En esta actividad se debe verificar la calidad de los materiales, así como la correcta construcción de los muros: acorde a los diseños, trabas de hiladas de ladrillos, y verticalidad, de lo anterior se debe llevar el registro en los formatos de control y ejecución de obra. Tenemos dos subactividades para el control: el mortero de pega, y ladrillos para mampostería. La NSR-98 no define controles de calidad para la mampostería no estructural, sin embargo señalaremos los controles referenciados en esta norma para mampostería estructural, con el fin de mantener un nivel de exigencia mínimo en esta actividad.

CONTROL DE MATERIALES

- **MORTERO**

Para realizar el ensayo de resistencia a la compresión se sacan cilindros o cubos de mortero y se ensayan a 7 y 28 días, esto con fin de verificar la calidad de materiales y la preparación de la mezcla.

Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98

D.3.4 MORTERO DE PEGA

D.3.4.1 REQUISITOS GENERALES. Los morteros de pega utilizados

en construcciones de mampostería deben cumplir la norma NTC 3329. El mortero premezclado para pega de unidades de mampostería debe cumplir con la norma NTC 3356. Los morteros de pega deben tener buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento y, además garantizar su adherencia con las unidades de mampostería para desarrollar su acción cementante.

Tabla 2 clasificación de los morteros, características mecánicas y dosificación en partes por volumen

Mortero Tipo	Resist. Compres f'c MPa	Flujo Mínimo	Resistencia Mínima de Agua %	Cemento Portland	Cal hidratada	Cemento mampostería	Arena/material cementante	
							Min	Max
M	17.5	120%	75	1	0.25	no aplica	2.25	3.0
				1	no aplica	1	2.25	2.5
S	12.5	115%	75	1	0.25-0.5	no aplica	2.25	3.5
				0.5	no aplica	1	2.25	3.0
N	7.5	110%	75	1	0.5-1.25	no aplica	3.0	4.5
				0	no aplica	1	3.0	4.0

NOTA

1) Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días en cubos de 50 mm (o en cilindros de 75 mm de diámetro por 150 mm de altura, correlacionando sus resultados a los cubos como referencia)

“D.3.8.1.1 Mortero de pega. Para el mortero de pega debe realizarse por lo menos un ensayo de resistencia a la compresión (promedio de 3

probetas) por cada 200 m² de muro o por cada día de pega. Igualmente se debe verificar con frecuencias semanales las condiciones de plasticidad y retención de agua de los morteros de pega usados en la obra.

D.3.8.1.3 Unidades de mampostería. Para las unidades de mampostería se deben realizar los ensayos establecidos de absorción inicial, absorción total, estabilidad dimensional y resistencia a la compresión de por lo menos cinco (5) unidades por cada lote de producción y no menos de una unidad por cada doscientos m² de muro.

- **UNIDADES DE MAMPOSTERÍA**

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4205. Unidades de mampostería de arcilla cocida.

5.1 PROPIEDADES FISICAS

5.1.1 Absorción de agua

Las unidades de mampostería de arcilla cocida, ensayadas según el procedimiento descrito en la NTC 4017, deben cumplir con los requisitos de absorción de agua en 24h de inmersión (promedio y máximo individual) y con la resistencia mínima a la compresión que se dan en la Tabla 3

Tabla 3 Propiedades físicas de mampostería no estructural

TIPO	Resistencia mínima a la compresión (kgf/cm ²)		Absorción de agua máxima en %			
			Interior		Exterior	
	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad
PH	30	20	17	20	13.5	14
PV	140	100	17	20	13.5	14
M	140	100	17	20	13.5	14

3.5 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y GAS

Normalmente las instalaciones hidrosanitarias y de gas, son subcontratadas. Es importante solicitar al proveedor o contratista los certificados de calidad de los materiales (tubería y accesorios) y equipos de construcción. También se solicita al contratista manómetros calibrados para las pruebas de presión en las tuberías.

En el caso de realizar pruebas con manómetros no calibrados, se debe hacer la validación de éstos, por medio de pruebas comparativas entre los manómetros calibrados con los que no lo son, y éstas deben registrarse en el formato correspondiente.

CONTROL DE PROCEDIMIENTOS EN INSTALACIONES SANITARIAS

Estas son las redes encargadas de desalojar las aguas negras y las aguas lluvias, podemos encontrar:

Instalaciones de tubería en concreto

Instalación de tubería en mampostería

Instalación de tubería descolgada

Instalación de tubería de ventilación

Para verificar la correcta instalación de estas redes y su funcionamiento se establecen controles de acuerdo a las normas señaladas a continuación.

Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico Ras 2000.

B.7.3.5 Edificios.....

Las instalaciones de los equipos hidroneumáticos y demás redes internas deben cumplir con la norma técnica NTC-1500, Código Colombiano de Fontanería.”

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 1500. Código Colombiano de fontanería

8.12 ENSAYOS: MÉTODOS DE PRUEBA

Los sistemas de desagüe y ventilación deben ser ensayados con agua. Después que los aparatos sanitarios hayan sido instalados y sus sifones llenados de agua serán sometidos a una prueba final.

Prueba de estanqueidad. La prueba de estanqueidad debe ser aplicada a los sistemas de desagüe y ventilación, ya sea en su totalidad o por secciones. Si se aplica a todo el sistema los puntos abiertos de éste deben estar taponados provisionalmente, excepto el punto más alto y todo el sistema debe ser llenado con agua hasta rebosarlo. Si el sistema se prueba por secciones abiertos de éste deben estar taponados provisionalmente, excepto el punto más alto de la sección bajo prueba, y la sección debe ser llenada con agua y sometida a una presión mínima de 3 m de columna de agua. Al probar secciones máximas de 3.0 m, se debe purgar la tubería para evitar la sobrepresión, y se mantendrá el agua en el sistema, o en la sección bajo prueba, por no menos de 15 min. El sistema o la sección debe ser hermético.

3.6 CONTROL DE PROCEDIMIENTOS EN INSTALACIONES DE GAS INTERNAS

Redes de gas, de esta hacen parte: la red de tuberías y conexiones (hierro galvanizado) necesarias para proveer de gas a la edificación, éstas serán roscadas, y se elaborarán a medida que se va extendiendo la red. Es importante señalar que en toda unión, la rosca se debe forrar con cinta de teflón, para evitar fugas. Es indispensable conocer la presión de operación de la red para así, determinar cual será la presión de prueba, según Tabla 4.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2505.

6.2 ENSAYOS

6.2.1 Ensayo de hermeticidad

Los ensayos de hermeticidad deben contemplar los siguientes aspectos:

A) Antes de su puesta en servicio, toda instalación para suministro de gas debe someterse a un ensayo de hermeticidad y proporcionar resultados satisfactorios. (véase Tabla 4)

Tabla 4 Presiones para el ensayo de hermeticidad

Presión de operación en la tubería	Presión mínima de ensayo	Tiempo mínimo ensayo
$P \leq 13.8 \text{ kPa}$ ($P \leq 2 \text{ psi}$)	34.5 kPa (5 psi)	15 min
$13.8 \text{ kPa} < P \leq 34.5 \text{ kPa}$ (2 psi $< P \leq 5 \text{ psi}$)	207 kPa(30 psi)	1 hora
$34.5 \text{ kPa} < P \leq 138 \text{ kPa}$ (5 psi $< P \leq 20 \text{ psi}$)	414 kPa(60 psi)	1 hora

Fuente: NTC 2505

b) El ensayo debe realizarse a temperatura ambiente con aire o gas inerte; se prohíbe el uso de oxígeno, agua y gases combustibles para este propósito.

C) Los ensayos se deben realizar antes de la instalación de los medidores reguladores artefactos de consumo.

D) Cuando se utilicen sellantes anaeróbicos en las conexiones roscadas, el ensayo de hermeticidad del sistema de tuberías se debe efectuar después de transcurrido el tiempo de curado especificado por el fabricante del producto.

E) Durante el desarrollo de los ensayos se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

2) Se deben identificar la totalidad de salidas de la instalación.

3) *Se debe efectuar una purga o barrido del sistema de tuberías de tal manera que se garanticen la eliminación de cualquier material extraño en el interior de las tuberías.*

4) *Las salidas deben estar provistas de tapones que proporcionen hermeticidad. No se permite el uso de madera corcho u otro material inadecuado....*

6) *Se deben utilizar los siguientes equipos o elementos: compresor o fuente de suministro de aire, agua jabonosa y cabezas de ensayo.*

7) *El procedimiento consiste en inyectar aire hasta lograr estabilizar la presión de ensayo especificada en la tabla 4, desconectar luego la fuente de suministro y tomar la lectura de presión para establecer la hermeticidad una vez haya transcurrido el tiempo mínimo de ensayo.*

F) *Los manómetros empleados en el ensayo deben ser tales que la presión de ensayo se encuentre entre el 25% y el 75% de su rango de medición, y tenga un grado de precisión d según la norma asme b40.100 o una clase de precisión 5 según la ntc 2263 (oiml 17)...*

h) *Al realizar el ensayo de hermeticidad no se debe presentar variación en la lectura indicada por el manómetro que registra la presión de ensayo. En caso contrario se considera que el sistema no es hermético.*

3.7 CONTROL DE PROCEDIMIENTOS EN INSTALACIONES HIDRÁULICAS EN REDES INTERNAS.

Instalaciones hidráulicas: se define al conjunto de conexiones y redes de tubería, necesarios para suministrar agua potable a la edificación, cumpliendo con las normas establecidas por el acueducto de las respectiva localidad. Esta actividad comprende el corte de tubería, colocación de uniones y accesorios. Para cada unidad de servicio se instalará un contador para el registro de consumo independiente.

Las pruebas hidráulicas se hacen por unidad de vivienda para corroborar la correcta instalación de tubería y accesorios. Consiste en taponar todos los puntos y dejar uno libre para aplicar la presión (señalada según la NTC 1500) de agua por medio de una bomba de émbolo provista de manómetro,

RAS-2000

“B.7.3.5 Edificios.....

Las instalaciones de los equipos hidroneumáticos y demás redes internas deben cumplir con la norma técnica NTC-1500, Código Colombiano de Fontanería.”

Norma Técnica Colombiana 1500. Código Colombiano de fontanería

“6.8 INSTALACIÓN PRUEBAS UNIONES Y UBICACIÓN

Ensayo. Una vez terminada una sección o un sistema total de agua

fría o caliente, debe ser probada su hermeticidad bajo una presión de agua no menor a los 1000 Kpa. La tubería debe soportar la presión durante un periodo de 4 horas y sostenerla con una tolerancia del 2% . El agua que se usa para los ensayos debe ser obtenida de una fuente de agua potable y se debe conservar registros de estos ensayos.

3.8 CONTROL DE PROCEDIMIENTOS EN INSTALACIONES HIDRÁULICAS EN REDES EXTERNAS

RAS-2000

B.7.8 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA

B.7.8.1. Presiones

B.7.8.1.1 Prueba hidrostática de presión

Una vez finalizada la construcción de la red, ya sea en su totalidad en ciudades pequeñas o por tramos en ciudades pequeñas o grandes, la empresa prestadora del servicio en el municipio debe probar todas las tuberías puestas con una presión igual a 1.5 veces la presión máxima a la que las tuberías vayan a estar sometidas de acuerdo con el diseño.

La presión debe aplicarse con una bomba de émbolo provista de manómetro, instalada en al parte baja de la tubería que vaya a probarse. Además, debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- 1. La prueba de presión hidráulica debe hacerse bajo la vigilancia y aprobación de la empresa prestadora del servicio.*
- 2. La prueba debe realizarse en tramos comprendidos entre válvulas*

siempre y cuando esta distancia no sea mayor que 500 m. Cuando la distancia entre válvulas sea mayor que 500 m, la empresa prestadora del servicio puede exigir que los tramos se subdividan mediante la instalación de tapones exteriores o cualquier otro sistema adecuado.

3. La tubería debe llenarse lentamente y a baja presión para permitir la salida de aire, el cual debe ser evacuado de la tubería completamente y por cualquier sistema, antes de aplicar la presión de prueba.

4. La tubería debe mantenerse sometida a la presión de prueba durante un tiempo no inferior a una hora.

4. COSTOS DE LA CALIDAD

Uno de los principales obstáculos para el establecimiento de un programa más dinámico de calidad en las empresas constructoras en años anteriores, era la noción equivocada de que el logro de una mejor calidad generaría costos mucho más elevados, sin una evidente retribución económica inmediata; sin embargo este paradigma está siendo reemplazado por la filosofía “Calidad satisfactoria de un producto, asociada con costos de calidad satisfactorios”.⁴ Visto de esta manera la buena calidad sería sinónimo de superioridad y excelencia.

Así como hemos visto la importancia de que las constructoras implementen un S.G.C que le permita afianzar su competitividad empresarial, su aplicación representa grandes esfuerzos para las empresas que desean que su S.G.C se mantenga en procura de caminar en forma segura hacia una proyección comercial de excelencia. Dichos esfuerzos son recompensados con los beneficios económicos que serán logrados, además del afianzamiento de la imagen, la confianza de los clientes, y la mejora del posicionamiento en el mercado competitivo.

El presente capítulo se ha desarrollado con la intención de establecer los lineamientos que rigen la aplicación de los costos de la calidad, en una empresa de construcción bajo la acción de un S.G.C y su relevancia en el entorno financiero de la compañía.

⁴ NTC 10014 Efectos económicos de la administración total de la calidad.

4.1 COSTOS FUNCIONALES DE LA CALIDAD

Cuando se ejecuta un proyecto de construcción bajo condiciones planificadas y controladas sistemáticamente, se pueden definir mediante los siguientes pasos los requisitos cuantitativos o cualitativos de calidad a cumplirse durante el proceso de construcción, con el fin de identificar los costos de calidad en que se incurren en el desarrollo del control de calidad del proyecto

1. Definiendo o citando los criterios de aceptación en base a determinados códigos, normas de productos, y normas de métodos de ensayo.
2. La ejecución obligatoria de ensayos, controles, pruebas, verificaciones, etc., que deberán aplicarse durante el proceso de construcción.
3. Planificando el uso de registros que demuestren que lo planificado se cumplió y que los resultados cumplen con los criterios de aceptación previstos.

Los costos relativos a la calidad en la construcción, se convierten en una herramienta de seguimiento al cumplimiento de los requisitos establecidos en el Sistema de Gestión de la Calidad, el no hacerlo genera desorganización e incluso pérdidas económicas a la empresa; sin embargo la cuantificación y clasificación de éstos, es bastante difícil de hacer.

Podemos clasificar los costos de la calidad en las compañías en dos componentes principales: los costos de control y los costos por falla en el control.⁵ La FIGURA 5 muestra la división de los costos de la calidad, con sus respectivos segmentos.



Figura 5. Medición del S.G.C

⁵ Administración de los costos de la calidad. ICONTEC. Alvaro Perdomo

4.1.1 COSTOS DE CALIDAD

Los costos de calidad se derivan de la operación del sistema de gestión de calidad, constituyen la base para evaluar las inversiones, generar acciones que incrementen utilidades, productividad y otros beneficios para las constructoras. Estos se dividen en:

A. Costos de prevención: Constituyen los costos del recurso humano y técnico destinados a minimizar la ocurrencia de defectos e inconformidades, para evitar que se desarrollen proyectos que no satisfagan los requerimientos de los clientes y las entidades reguladoras. Entre otros tenemos los siguientes:

- **Planeación de la Calidad.** Representa los costos relacionados con el tiempo y medios que todo el departamento de calidad y personas competentes, dedican al diseño y planificación paso a paso del S.G.C, junto con los requisitos del diseño del producto, procesos, procedimientos e instrucciones respectivas. También representa los costos relativos al tiempo invertido, haciendo trabajos de planeación de la calidad tales como estudio de la confiabilidad, y procedimientos de trabajo para realizar pruebas, inspección y control del proceso.
- **Entrenamiento para la calidad y desarrollo de la fuerza laboral.** Representa los costos de establecer y poner en marcha programas formales de entrenamiento para la calidad, diseñados para adiestrar al personal en el entrenamiento y uso de programas y técnicas para el control de la calidad. Para esto se realizan cursos o charlas necesarias con el fin de mejorar los resultados en la ejecución del proyecto, etc.

- **Control de Procesos.** Comprende los costos originados por el tiempo que el personal competente emplea en estudiar y analizar las personas que hacen parte de la ejecución del proyecto: profesionales, supervisores, almacenistas, incluyendo proveedores y contratistas, con el fin de establecer medios de control y mejoramiento de la capacidad de los procesos existentes. Por ejemplo: Visitar a proveedores y subcontratistas para comprobar su aptitud y disponibilidad para la ejecución de trabajos para la obra. Calificaciones del personal que participará en la ejecución de la obra.
- **Verificación del diseño y construcción del proyecto.** Representa el costo de evaluar el producto antes de su construcción, con el propósito de verificar los aspectos de calidad, confiabilidad y seguridad que se han tenido en cuenta en el diseño.

Otros costos de prevención. Otros costos de prevención representan los costos administrativos que implican los costos organizacionales de calidad y confiabilidad que no se hayan contabilizado de otra manera, tales como salarios administrativos y de oficinas y gastos de viajes.

B. Costos de evaluación: Se definen como los costos ocasionados por la verificación de la conformidad de los productos con los requisitos de calidad, incluyen la erogaciones para determinar si las actividades se desarrollan de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos, lo cual se

ejemplificaría por medio de evaluaciones formales de la calidad del producto, tales como inspección, pruebas, investigaciones externas, auditorias de calidad y gastos similares. ⁶

- **Preparación para pruebas e inspección.** La preparación para pruebas e inspección representa los costos conexos con el tiempo empleado en la preparación del personal de obra, relacionado con el equipo de pruebas que permita pruebas funcionales.
- **Inspección y pruebas de materiales comprados.** Corresponde a los costos aplicables al tiempo y al valor de las pruebas y ensayos de laboratorio, o de campo, y a la inspección en talleres o fábricas, hecha por supervisores y personal encargado para evaluar la calidad y el desempeño de los materiales de construcción suministrados por los proveedores, también incluye el costo de los viajes del personal competente a las plantas de los proveedores, a fin de evaluar los materiales comprados.

Pruebas y ensayos:

- Análisis granulométricos de agregados.
- Análisis para determinar las impurezas en agregado fino para concreto.
- Pruebas de CBR, capacidad portante.
- Pruebas de Densidad.
- Ensayo de asentamiento

⁶ Retos y Riesgos de la Calidad Total, Alfredo Acle Tomasini,

- Ensayos de resistencia de compresión del concreto
- Ensayo de resistencia a la compresión de unidades de mampostería
- Ensayo de resistencia a la flexión del pavicreto.
- Ensayos de resistencia de tensión del acero y mallas
- Control de obtención de probetas de concreto.
- Control de curado del concreto.

- **Material y equipo para pruebas e inspección y equipo para menor calidad.** En este inciso entran los costos de energía para probar aparatos grandes, tales como de vapor, combustibles, y los materiales y suministros utilizados en pruebas de durabilidad, inspecciones de ruptura, pruebas de duración, pruebas de extracción de núcleos en el concreto.

- **Auditoria de la calidad.** La auditoria de la calidad representa los costos relativos al tiempo y costos de documentación que emplea el departamento de calidad en realizar auditorias internas de control.

- **Contratos externos.** Los contratos externos se refieren a los costos comerciales de laboratorio, inspecciones de compañías de seguros, etc.

- **Mediciones en laboratorio conservación y calibración del equipo de pruebas e inspección de la calidad.** Representa los costos incurridos con un laboratorio de mediciones tales como calibración y comprobación de procesos. La conservación y calibración del equipo, en cuanto a costos, comprende lo que devenga el personal de mantenimiento, por el tiempo empleado en calibrar, reparar y cuidar el

equipo de pruebas y de inspección, tales como equipos de topografía, manómetros de medición de presión en tuberías, prensa de rotura de probetas, etc...

4.1.2 COSTOS DE NO CALIDAD

Los costos de no calidad resultan cuando no se cumplen en forma adecuada los requisitos establecidos en el S.G.C, pueden ser causados por materiales y procesos que no satisfacen los requisitos de calidad. Podemos señalar que el costo incurrido para ayudar a un empleado a que realice correctamente su trabajo todas las veces y el costo de determinar si el producto es aceptable, más cualquier costo en que incurren la constructora y el cliente por que la vivienda, no cumplió las especificaciones y/o las expectativas esperadas, es un costo de la no calidad.

Estos costos son difíciles de cuantificar si no realiza el seguimiento pertinente a cada proceso, ante la pregunta: Son altos los costos de la no calidad? la respuesta más certera que se puede dar y por vaga que parezca es que seguramente son muy altos. Por lo anterior, se hace notar la oportunidad que se tiene para reducir costos e incrementar la productividad a partir del control y mejoramiento de la calidad. Y ello supone analizar y disponer de información para estar en posibilidad de actuar correctamente y no a través de conductas intuitivas.

Los costos resultantes de la mala calidad, lejos de ser considerados como una inversión, son siempre una pérdida, pues implican la corrección de algo que está mal hecho. Lastimosamente pocas veces se comprueba, que es mucho más económico realizar el proceso bien la primera y única vez.

Se dividen en:

A. Costos por fallas internas: incluyen los costos de calidad insatisfactoria dentro de la compañía tales como desperdicios, deterioros y material vuelto a trabajar.

- **Desperdicios.** Con el fin de obtener los costos de la calidad en la operación, se tienen que considerar los costos por desperdicios en materiales en que se incurre mientras se logra alcanzar los valores de calidad requeridos. No se incluyen los desperdicios debido a otras causas como la de dejar de usarse por obsolescencia o por modificaciones en el diseño, etc.
- **Retrabajo o reprocesos.** Los trabajos suplementarios representan los pagos adicionales a profesionales, oficiales, ayudantes y operadores mientras se alcanza la calidad requerida. No incluyen pagos que se efectúen por recuperación del producto a cambio del diseño para satisfacer al cliente.
- **Costos por suministro de materiales.** Costos adicionales en que se incurre en la obra debido a cambios, quejas, rechazo y reemplazo de materiales e insumos adquiridos ya que los análisis realizados demuestran que no se cumplen los requisitos de calidad exigidos. En estos casos se procurará que los proveedores se den perfectamente cuenta de los motivos de quejas y de los rechazos.
- **Consultorías.** Estos costos se generan cuando se requiere de la intervención de ingenieros del proyecto o ajenos a éste, para la solución de problemas relacionados con la calidad de los materiales o

elementos de construcción; por ejemplo, cuando un producto, componente o algún material no está de acuerdo con las especificaciones de la calidad, o bien, cuando a algún ingeniero se le asigna la tarea de estudiar la factibilidad de un cambio en las especificaciones establecidas al inicio del proyecto.

- **Incumplimiento en programas.** Estos costos se generan por el tiempo empleado para completar trabajos retrasados, debido al no cumplimiento de los requisitos de calidad. Dichos procesos se completarán en etapas no oportunas (después de haber terminado los procesos), generando mayores costos directos e indirectos.

B. Costos por fallas Externas: incluyen los costos de calidad insatisfactoria fuera de la compañía, como fallas en el desempeño de la vivienda y quejas de los clientes.

- **Quejas dentro de la garantía.** Representan todos los costos que se generan por quejas específicas en la funcionalidad de la vivienda adquirida, incluye investigación, reparación o sustitución de recursos y elementos de ésta.
- **Quejas fuera de la garantía.** Representan todos los costos aceptados para el ajuste de quejas específicas en el campo, después del vencimiento de la garantía.

- **Servicio al producto.** Representa todos los costos aceptados y detectados, directamente atribuibles a la corrección de imperfecciones, detalles, o defectos del proyecto de vivienda, pero no como resultado de quejas y reclamos.
- **Responsabilidad legal del producto.** Representa los costos por calidad en los que se incurre como resultado de juicios de demandas legales relacionadas con las fallas constructivas en la vivienda.

➤ **Control de Calidad en obra**

Todo el equipo de administración de obra debe conocer cuales son las prioridades en la planificación y control de calidad en la obra. Se deben identificar las actividades que requieren mayor atención y/o que tienen mayor impacto, según la importancia de los diferentes procesos en el desarrollo del proyecto, en el caso de edificaciones podríamos mencionar: estructura y mampostería. De esta manera tendremos una idea de los Costos de Calidad que tendrán mayor incidencia en los costos totales.

Para efectos prácticos de la aplicación se señala dos ejemplos referidos al control de calidad de la estructura de concreto.

- La prueba de asentamiento (slump) que se hace una vez llega el mixer a la obra (antes del vaciado del concreto, y no después), permite controlar una característica del concreto: su manejabilidad, si éste no cumple con el criterio de aceptación, el concreto debe ser rechazado, ya que existe una clara tendencia a la segregación, disminución de la cohesividad, plasticidad y consistencia. Hacer la prueba después del vaciado no tiene ningún objetivo práctico.

- Si fundimos una terraza de piso, se debe comprobar el grado de compactación del suelo, el cual debe ser mayor o igual al 95 % del proctor modificado del suelo utilizado para el relleno, este control debe hacerse antes del vaciado de la losa, ya que de no hacerlo quedaría en evidencia un riesgo potencial de falla. Transcurrido un determinado tiempo si ésta ocurre sería fácil comprobar que la causa podría ser no haber cumplido con el grado de compactación especificado, y al no haber realizado el ensayo, la empresa debe asumir toda la responsabilidad. Esto conlleva a hacer nuevamente la losa, además de asumir los costos por retrabajos y las molestias generadas al habitante de la vivienda, esperando que la falla no conlleve daños mayores. Este es un claro ejemplo de CNC.

Valdría hacerse las siguientes preguntas : "¿No es más económico cumplir con los ensayos previstos?", "¿No será mejor prever la plena aplicación de los costos de calidad, para evitarse CNC?", "¿Cuál es la relación beneficio/costo de los costos de calidad respecto a los costos de no calidad?".

A modo de ejemplo se presentará en el Anexo D, un presupuesto base del proyecto parque central cañaveral en lo referente a pruebas y ensayos requeridos por el Control de Calidad en Obra.

5 AMEF EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO TÚNEL

Como solución a la creciente demanda existente en el sector de la vivienda, las constructoras han dado un giro en sus estrategias de comercialización y procesos de construcción, buscando mayor economía y rápida ejecución de dichos procesos.

Los sistemas constructivos industrializados encabezan esta estrategia, permitiendo que se reduzca de forma sustancial el tiempo en que se ejecutan las obras que los utilizan frente a otras construidas mediante sistemas convencionales.

El sistema túnel es uno de los sistemas industrializados que en los últimos años ha tenido gran acogida en nuestro país y concretamente en Bucaramanga; sin embargo aunque este sistema ofrece grandes ventajas las empresas constructoras se ven en la obligación de ofrecer garantías, es decir, de comprometerse con el cliente por un período determinado para reparar los defectos de tipo funcional o constructivo que se presenten en la edificación, posteriormente a su entrega.

Aun cuando este compromiso representa tranquilidad para el cliente, la incomodidad que se genera en este período de reparación o sustitución, representa un motivo de insatisfacción, el cual se traduce como una pérdida de prestigio de la constructora y deficiencia en el sistema.

Este documento referencia una metodología de Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF) que provee justamente una respuesta a las principales inquietudes frente a las fallas que se presentan en el proceso constructivo en el sistema túnel y las soluciones a éstas para que el proyecto urbanístico tenga en lo posible un mínimo de requerimientos en la postventa, y logre junto con los otros estándares de calidad ya mencionados la seguridad y satisfacción del cliente.

El tema se desarrolla inicialmente con la descripción del comportamiento estructural del sistema y su proceso constructivo, posteriormente lo concluiremos con el análisis de fallas respectivo.

5.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TÚNEL

Es un sistema industrializado que permite realizar estructuras formadas por placas y muros de concreto reforzado (sistema estructural: muros de carga), de tal forma que la fundida se hace de forma simultánea y en el sitio (“IN SITU”). Los objetivos que se persiguen con este sistema son en general, velocidad de ejecución y economía en la misma.

Los encofrados utilizados por el sistema túnel pueden estar constituidos por un solo elemento es decir el de U invertida, por elementos con forma de L invertida (semitúneles) que se agrupan por pares para formar el cajón o por mesas voladoras y muros separados, siendo este último el más utilizado en nuestro medio.

Este sistema puede ser definido como un procedimiento de industrialización en obra gruesa, que permite construir rápidamente basándose en el principio de rotación diaria de la formaleta, permitiendo una velocidad de construcción

con baja ocupación de personal. ⁷ Con el sistema se obtienen bajos costos por la alta productividad de mano de obra y un bajo costo de amortización de los equipos, si se garantiza un número alto de unidades construidas. Se pueden construir todo tipo de estructuras de concreto armado, especialmente unidades habitacionales de proyectos repetitivos. El procedimiento permite fundir in – situ y en una misma operación muros longitudinales y transversales con sus placas.

El principio básico es lograr que todas las actividades se realicen entre las 7 de la mañana y las 6 de la tarde de cada día, dejando un tiempo de 14 horas para el fraguado del concreto, suficiente para que este tenga una resistencia adecuada para poder retirar los encofrados y repetir el ciclo.



Foto 6. Sistema constructivo túnel

⁷ Manual: Construcción de vivienda de interés social.

5.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A partir de la década de los cincuenta, se planteó en Francia la necesidad de construir, en forma económica, un edificio en Evry Petit Bourg, que había sido proyectado arquitectónicamente como un nido de abejas por la empresa parisiense Caroni de dragado y trabajos públicos. La idea era crear una estructura compuesta por muros y placas mediante el empleo de encofrados livianos y fuertes, de manera que no sufrieran deformaciones producidas por el vaciado del concreto. Para tal efecto se presentaron varias propuestas de firmas constructoras de encofrados, escogiéndose la de la Sociedad Outinord de Saint Amand Les Aux; dicha firma que había incursionado por primera vez en el ramo de la construcción, utilizando su sistema en una edificación para 349 unidades de vivienda de Briet en Foret, siendo ésta en sí, un aval bastante significativo que le sirvió de base para conseguir dicha adjudicación.⁸

En el año 1.967 con motivo de la visita de su Santidad, el Papa Pablo VI a Colombia, el Instituto de Crédito Territorial abrió una licitación para realizar una urbanización en inmediaciones del Salitre, con el fin de resolver el problema de turismo que se avecinaba, lo que a su vez implicaba la necesidad de albergar una gran cantidad de gente.

Con este fin se presentaron varias firmas, entre las que se puede destacar la empresa “Florez Carrero y Cia de Colombia”, la cuál al haber asumido la

⁸ Manual : Construcción de vivienda de interés social.

representación exclusiva del sistema en Colombia, ofrecía una solución bastante económica. Sin embargo, por razones de trámites entre Colombia y Francia, sólo fue posible firmar contrato con la sociedad Outinord hasta Diciembre de 1.967.

Desde entonces su uso en el sector de la construcción en Colombia ha aumentado exponencialmente, ya que es un sistema que permite construir rápido, con un amplio control sobre desperdicios y un adecuado cumplimiento del programa de ejecución en obra, conllevando a ahorros significativos por concepto de costos financieros y costos indirectos.

El sistema ha tenido gran acogida en Bogotá y Bucaramanga, aquí particularmente el sistema comenzó con la urbanización Bucarica, Colón, Carabelas y conucos. Dentro de las urbanizaciones más recientes construidas encontramos a Miradores de San Lorenzo, Torres de Veracruz, Altos de San Sebastián, Mirador del Valle, Balcón de las Américas, entre otras. ⁹

5.3 CONCEPTOS ESTRUCTURALES DEL SISTEMA

El sistema constructivo túnel es un sistema perteneciente al sistema estructural muros de carga, los cuales deben ser diseñados según la Norma Colombiana de diseño y construcción sismorresistente, NSR-98.

9 Tesis de grado . Ver referencia [1]

Este sistema se encarga de llevar las cargas verticales hasta la cimentación por medio de los muros, y las fuerzas horizontales son resistidas por los muros estructurales o pórticos en diagonales.

Uno de los objetivos básicos para que el sistema tenga un comportamiento satisfactorio es lograr placas como diafragmas Rígidos indeformables bajo la acción de fuerzas laterales que estén ligados adecuadamente a los muros, para lo cual es necesario diseñar y detallar cuidadosamente la unión de los elementos horizontales con los verticales, de tal manera que se garantice la transmisión de las fuerzas sísmicas que actúan en dichos empates a los muros.¹⁰

5.3.1 CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DEL SISTEMA.

En los sistemas de muros estructurales los cruces se hacen por medio de planos verticales (muros) y horizontales (placas) constituyéndose así los elementos básicos de sistema Foto 6 La junta de intersección constituye un elemento clave de unión y de interacción entre muros y placas.

¹⁰ Artículos publicados por la seccional colombiana del instituto americano del concreto



Foto 7. Sistema de diafragma

5.3.2 NECESIDAD DE RIGIDEZ DEL SISTEMA EN DOS DIRECCIONES PRINCIPALES.

En un sistema de pórticos es necesario que los edificios dispongan de líneas de pórticos que garanticen la resistencia y rigidez en dos direcciones principales, ya que las fuerzas laterales debidas a sismos, pueden actuar e una dirección cualquiera aún dentro de un mismo movimiento sísmico. Es por esto que el sistema túnel debe tener muros estructurales en las dos direcciones principales para absorber las fuerzas laterales. [Ver figura 6](#)

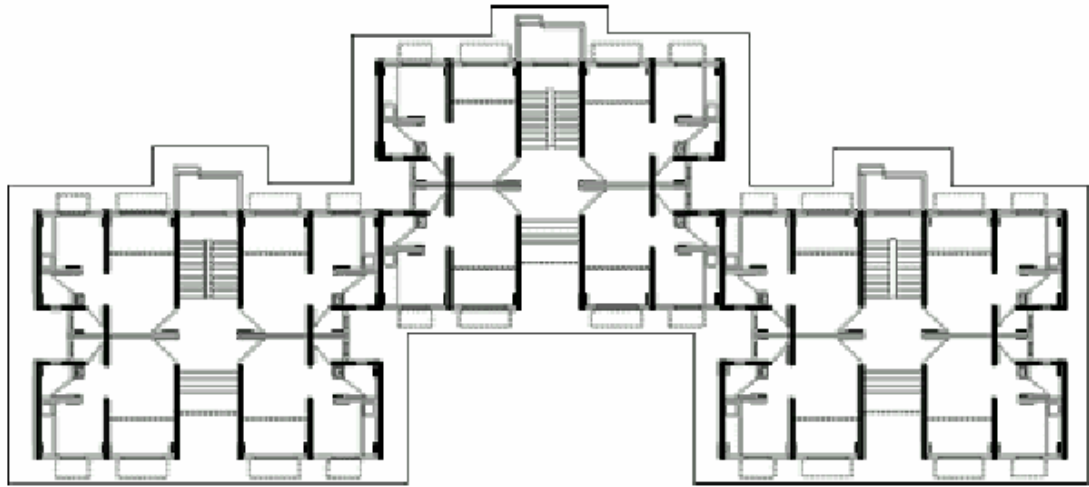


figura 5 Sistema de muros en dos direcciones

5.3.3 FUNCIÓN ESTRUCTURAL DE LAS PLACAS

Transmisión de las cargas verticales hasta los muros: Las placas o entresijos transmiten las cargas muertas y vivas hasta los muros portantes, por medio de la flexión.

Transmisión de las fuerzas laterales: Las placas al actuar como diafragma, transmiten las fuerzas laterales a los muros. Las cargas laterales actúan paralelamente al plano de las placas y producen flexión en el plano de éstas.

5.3.4 FUNCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS MUROS

Acción y transmisión de las cargas verticales hasta la cimentación.

Acción y transmisión de las fuerzas laterales paralelas al plano de los muros

Acción combinada de cargas verticales y fuerzas horizontales

5.4 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA

Básicamente la estructura está conformada por el moldeo monolítico In Situ, de las paredes y pisos formando un túnel de concreto. Ver figura 7 Se utiliza un molde con dos elementos verticales y uno horizontal, fácil de armar y con sistemas adecuados de tornillería, cuñas y rodachines para el descimbre. Las instalaciones sanitarias deben ir descolgadas de las placas, Las divisiones interiores se efectúan en mampostería no estructural.

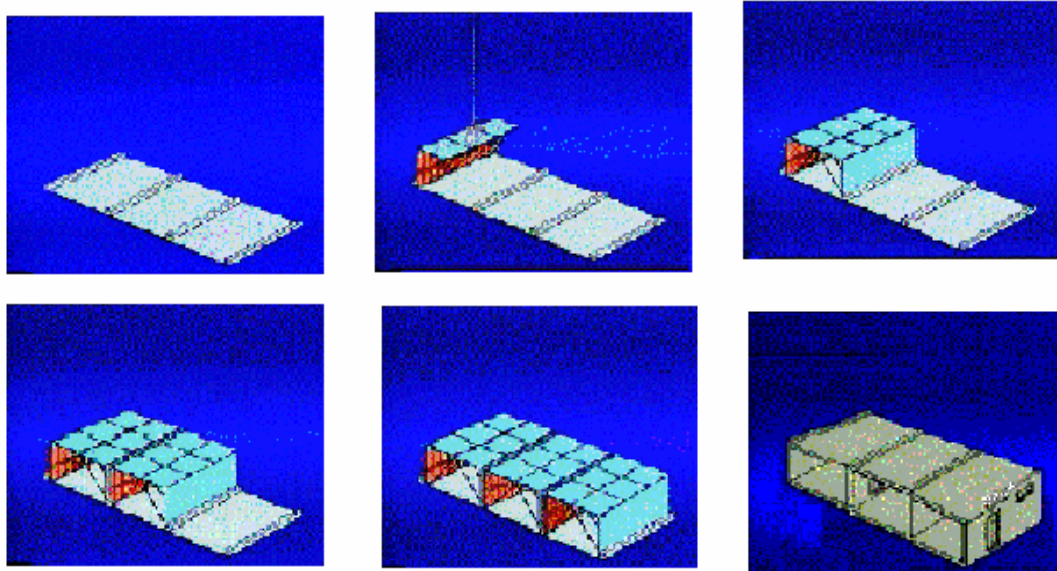


figura 6 Esquema del proceso constructivo túnel

5.4.1 CIMENTACIÓN

Una vez sobre el terreno debidamente compactado, se inicia con la cimentación de acuerdo a la capacidad portante del terreno y la configuración general del edificio. En Bucaramanga es común la cimentación

continua para muro corrido unida perpendicularmente con vigas de amarre. En el refuerzo interior de las vigas de cimentación se amarran un refuerzo adicional, llamados pelos o mechas que sobresalen por encima de la viga.

Ver fotos 7 y 8



Foto 8. Cimentación continua



Foto 9. Amarre de cimentación a muros

5.4.2 DADOS

Sobre la cimentación se funden los dados en formaleta metálica o de madera, éstos son del espesor de los muros y de 10 a 15 cm. de altura constituyendo el origen de los muros. Foto 9

Antes de fundir los dados se introducen y se amarran a las mechas las respectivas mallas electrosoldadas, estas mallas poseen en su parte superior mechas para su posterior amarre con las del piso siguiente, existiendo de esa manera continuidad entre cimientos y muros portantes. Foto 11



Foto 10. Dados

5.4.3 ENCOFRADO, ARMADA Y FUNDIDA DE LA ESTRUCTURA TÚNEL.

Una vez fraguado o endurecido los dados, se amarran a las mallas las correspondientes instalaciones eléctricas, e hidráulicas cuyas boquillas se protegen tapándose con cartón o papel. Para separar las dos mallas entre si, se colocan separadores o taches de hierro entre ellas.

Se procede con la instalación de los encofrados metálicos, los cuales obedecen al diseño arquitectónico y estructural, mesas voladoras o semitúneles (L) o en túnel en U, a los cuales se les aplica líquido desmoldante (ACPM), sobre los páneles verticales. El transporte de estos encofrados se realiza por medio de grúa que comúnmente sostiene una estructura de soporte en forma de C, cuyo brazo superior pende de la pluma de dicha grúa mientras el inferior penetra en el interior de la estructura.

Una vez colocada la formaleta se procede con la fundida y vibrado de muros y placas, mediante la grúa, la cual sostiene la góndola que es llevada al sitio de la fundida.



Foto 11. Fundida de placa y dados



Foto 12. Amarre de mallas en muros.



Foto 13. Colocación de refuerzo y formaleta de muros



Foto 14. Continuidad en muros



Foto 15. Fundida de placas de entepiso

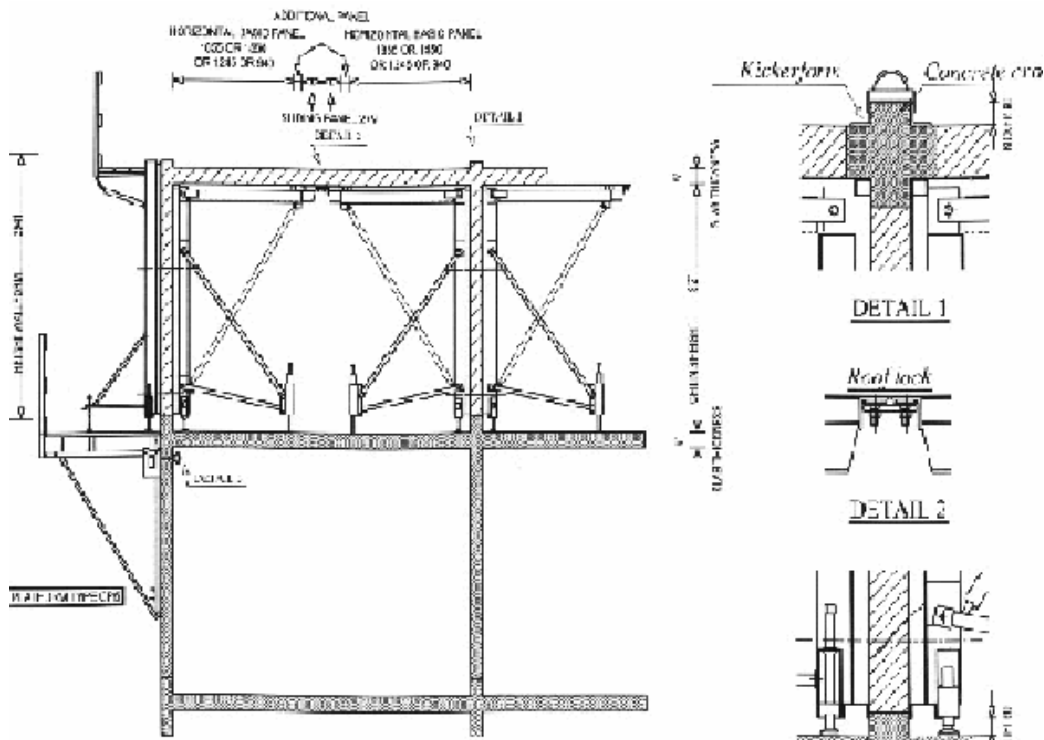


Figura 8. Detalle de elementos para mantener la verticalidad de los muros.

5.4.4 DESENCOFRADO

El desencofrado se realiza al día siguiente en forma inversa como se arman los pórticos, es decir quitando uniones, extrayendo pasadores, parales, bandas de cierre en muros y placas, marcos para vanos, etc. La formaleta es recogida por la grúa y transportados hacia una nueva puesta. (siguiente piso, en donde se encuentran los dados que se fundieron el día anterior. Se realiza la debida limpieza, se repite el proceso descrito anteriormente.

5.4.5 TIPOS DE ENCOFRADOS

Existe gran variedad de encofrados para el sistema túnel, diferenciándose unos de otros en general por la forma como se lleva a cabo la unión y desencofrado de ellos; sin embargo la técnica que se utiliza, como es el de fundir muro y placa en forma simultánea es exactamente la misma y no existen diferencias básica en cuanto a la puesta en obra: utilización de formaleta para dados, pasadores de acero para las uniones, banda de cierre, transporte del sistema etc.

SEMITUNEL



Foto 16. Formaleta semitunnel



Foto 16. Traslado de formaleta semitunel

MESAS VOLADORAS



Foto 177. Formaleta mesas voladoras



Foto 18. Traslado mesas voladoras



Foto 19. Formaleta muros

5.5 METODO DE ANALISIS DE LOS MODOS Y FECTOS DE FALLAS

En el presente trabajo se expone el Análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) como una guía de gran utilidad para mejorar los procedimientos fundamentales que afectan el estado de servicio de la estructura.

5.5.1 CÓMO NACE AMEF?

La disciplina del AMEF fue desarrollada en el ejercito de la Estados Unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA), y era conocido como el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado "Procedimiento para la Ejecución de un Modo de Falla, Efectos y Análisis de criticabilidad" y elaborado el 9 de noviembre de 1949; éste era empleado como una técnica para evaluar la confiabilidad y para determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad del personal o de los equipos.

En 1988 cuando la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y el aseguramiento de la calidad; surgió en el área automotriz el QS 9000, éste fue desarrollado por la Chrysler Corporation, la Ford Motor Company y la General Motors Corporation en un esfuerzo para estandarizar los sistemas de calidad de los proveedores; de acuerdo con las normas del QS 9000 los proveedores automotrices deben emplear Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP), la cual necesariamente debe incluir AMEF de diseño y de proceso, así como también un plan de control.

5.5.2 ¿QUÉ ES AMEF?

El Análisis de modos y efectos de fallas, AMEF, es un lineamiento para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, ¹¹ con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas, cuyos objetivos principales son:

Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y proceso constructivo del producto

Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.

Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial

Documentar el proceso.

Aunque el método del AMEF generalmente ha sido utilizado por las industrias automotrices, éste es aplicable para la detección y bloqueo de las causas de fallas potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, ya sea que estos se encuentren en operación o en fase de proyecto, para nuestro caso aplicará a un proceso constructivo de edificación.

La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones. El beneficio a largo plazo es mucho más difícil de medir puesto

¹¹ Programas de Sistemas de Gestión. ICONTEC 2004

que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de la empresa.

El papel del AMEF en los Sistemas de Calidad

Se pueden considerar como los objetivos principales de cualquier sistema de calidad, la prevención y la solución de problemas. Las normas ISO 9000 solo definen directrices y modelos, no indican procedimientos a ser implementados ni las estrategias correspondientes que deberán ser definidas por cada empresa.

Entre los requerimientos establecidos en la familia de normas NTC-ISO 9000:2000 se hace referencia al control de diseño y al control del proceso. Específicamente la Norma NTC-ISO 9004:2000, establece como requisito la verificación de los mismos incluyendo un análisis de fallas y de sus correspondientes efectos, en los siguientes numerales:

“7.1.3 Gestión de los procesos

7.1.3.3 El uso de técnicas de simulación puede considerarse con el fin de planificar la prevención de fallas o errores en los procesos.

La evaluación de riesgos debería llevarse a cabo para evaluar el potencial y el impacto de posibles fallas o errores en los procesos. Los resultados deberían usarse para definir e implementar acciones preventivas para atenuar los riesgos identificados.

Los siguientes son ejemplos de herramienta para la evaluación de riesgos:

Análisis de modo y efecto de fallas

Análisis del árbol de fallas

Diagrama de relaciones

Técnicas de simulación

Predicción de confiabilidad”

La verificación de los procesos debe confirmar que los datos resultantes del proyecto cumplen las exigencias establecidas, a través de actividades de control de proyecto, tales como la realización y registro del análisis crítico de proyecto. El AMEF puede ser considerado particularmente como uno de los métodos mas útiles y eficientes para tal fin.

5.5.3 APLICABILIDAD DE AMEF EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES.

En la actualidad la cultura de seguridad y confiabilidad que han establecido las grandes constructoras bajo la implementación de S.G.C, promueve que se desarrollen proyectos bajo las más estrictas normas de diseño y construcción, esto de alguna manera nos brinda la seguridad de generar proyectos cuya finalidad: “proteger la vida de sus ocupantes” se cumple a satisfacción. Sin embargo no deja de ser una molestia aquellas fallas que se generan en el estado límite de servicio, ya que en la mayoría de las ocasiones repercute en altas partidas de dinero destinadas a sus reparaciones.

Aunque las fallas en la estructura pueden tener una amplia gama de causas : diseño estructural, procesos y sistemas de construcción, sobrecarga, efectos de naturaleza ambiental o uso, en este capítulo haremos énfasis en

las principales causas de fallas en el estado límite de funcionamiento que se presentan debido a manejos incorrectos en los procesos de construcción.

Uno de los problemas más frecuentes que podemos observar en edificaciones construidas bajo el sistema túnel, es la disminución de la durabilidad del hormigón, sus causas serán detalladas en los cuadros AMEF:

- Deformaciones o deflexiones excesivas
- Fisuración prematura o excesiva
- Corrosión o ataque del concreto
- Daños debidos a inadecuada disposición de refuerzo principal y anclajes

La durabilidad de las estructuras de concreto, depende del tratamiento que se halla dado en su construcción, por esta razón es fundamental desarrollar procesos que generen un adecuado manejo y exhaustivo seguimiento de los procedimientos, con la única finalidad de incrementar su vida útil.

5.5.4 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

Aunque la metodología presenta una serie de alternativas que aplican en el desarrollo de productos que aunque de menor complejidad, requieren de medidas mas estandarizadas para su funcionamiento. Se desarrollará la metodología respecto al sistema constructivo analizando básicamente los aspectos resumidos en el siguiente esquema:

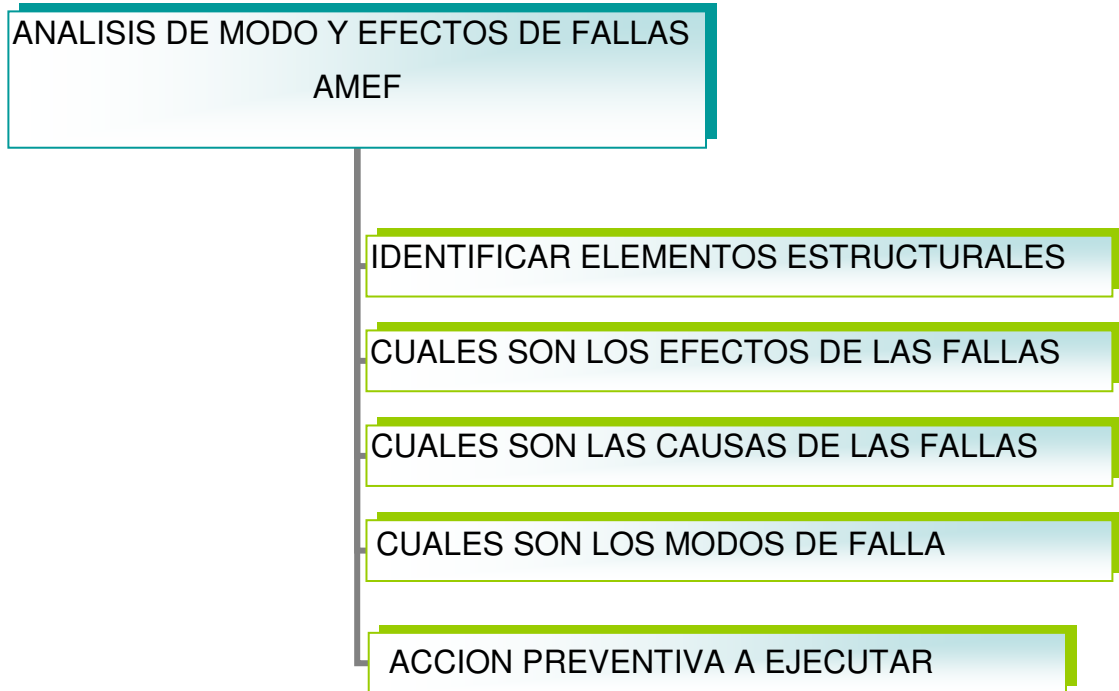


Figura 9. Metodología de AMEF

ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

Los elementos estructurales del sistema como ya se señalaron anteriormente son: cimentación, muros y placas.

EFECTOS DE FALLA

Consiste en establecer lo que de hecho sucede al producirse cada modo de falla. Estas consecuencias se denominan: Efectos de las fallas. Se encuentra en la segunda columna.

CAUSA DE LA FALLA

Indica la debilidad en el proceso de construcción del elemento que genera la falla. Se establece en términos de algo que se puede corregir o controlar. Se encuentra en la tercera columna.

MODOS DE FALLA

Es la manera como el elemento puede fallar en el cumplimiento de su función. Podemos decir que la forma como se denomina la falla. En el formato AMEF se encuentra en la cuarta columna

ACCIONES PREVENTIVAS

Acciones planteadas para minimizar o evitar la falla. Se debe tener en cuenta que uno de los objetivos principales de esta metodología es establecer si es necesario el mantenimiento preventivo, independientemente de que ya se esté realizando, por ello los efectos se mencionan como si no se estuviese haciendo nada para prevenirlas.

Ver Archivo AMEF.DOC

CONCLUSIONES

El S.G.C se hace efectivo a medida que en todos los niveles de la organización se impulsa una cultura de calidad,, para esto es indispensable que todos los involucrados tengan sentido de pertenencia y compromiso con su labor en la empresa.

El S.G.C se consolida como una herramienta de gran ayuda en el desarrollo de proyectos, la cual repercute en una mejor organización en obra, el manejo adecuado de los materiales de construcción, y control de ejecución de las actividades. Otro aspecto importante es que se genera una mayor conciencia por parte de la mano de obra no calificada de la importancia de la calidad de los procesos, haciendo que se sientan parte del control y mejora en las actividades que ellos desarrollan.

El control de calidad bien ejecutado (cumplimiento de normas) lleva a una coordinación de todos los procesos de la obra, aunque su ejecución no garantiza la total eliminación de no conformidades, si su detección y la puesta en marcha de acciones correctivas y preventivas que serán encausadas hacia su tratamiento.

Al implementar el control de calidad en una constructora se debe considerar que la calidad y el costo son complementarios y no objetivos conflictivos del negocio. Es necesario que los costos de la calidad sean declarados formalmente parte de los planes operacionales y de presupuestos, y que su relevancia sea conocida y evaluada tanto por los ejecutivos como por aquellos que realizan directamente el control de calidad como una forma segura de caminar hacia la competitividad.

Con el desarrollo de AMEF en el proceso constructivo túnel, es claro que su principal influencia se lleva a cabo en el estado de servicio de la estructura, ya que actualmente y debido a la reglamentación y cultura sismorresistente se realizan diseños que aseguran el estado de resistencia de la edificación. Aunque no es económico llevar a cabo algunas de las acciones, planteadas en la metodología AMEF es importante conocerlas para realizar la elección de los elementos críticos que deben ser sometidos a evaluación.

En el desarrollo de la metodología se observó que muchas de los modos de falla, son parte de la cotidianidad en el desarrollo de los procesos de construcción, lo que en muchas ocasiones repercute en la aceptación de estas eventualidades como situaciones para corregir y no para evitar, es allí cuando debemos preguntarnos, si vale la pena actuar antes, en pro de disminuir costos de reparación, y a la vez mantener la confianza sobre nuestros clientes?

En la aplicación de la metodología se observó que la durabilidad y apariencia es una cualidad que debe tenerse en cuenta durante la realización del proyecto, ya que tratando de preservarla o corregir su deterioro se incurre en altos costos de reparación.

AMEF tiene un amplio campo de aplicación en el desarrollo de procesos específicos de diseño y construcción de infraestructura vial, redes de distribución, plantas de tratamiento, etc, que vale la pena sean evaluados.

RECOMENDACIONES

Los profesionales de las obras, junto con la mano de obra calificada y la que no lo es, deben tener claro la importancia del control de calidad en la ejecución del proyecto, esto debe hacerse por medios de divulgación, como charlas, folletos, medios audiovisuales, etc, de esta manera se promueve el trabajo en equipo, para que la responsabilidad en el control sea asumida no solo por aquellos que dirigen los proyectos.

Uno de los factores para promover un proceso de mejoramiento continuo de la calidad consiste en recopilar, documentar y usar la información sobre los eventos, procesos, seguimientos, y costos relacionados con el control de calidad desarrollado en la ejecución de los proyectos, lo cual traerá beneficios colaterales en el incremento de la productividad.

Es importante seleccionar a una persona encargada de la implementación de un programa de control de calidad para que sea quien esté permanentemente supervisando los procedimientos y requisitos existentes, de tal manera que se le de cumplimiento al plan de calidad en obra y se generen acciones en procura de su optimización.

En la medida que es la primera incursión que se realiza de AMEF en un proceso constructivo, se hace indispensable, que las empresas constructoras tengan un registro o banco de datos donde se pueda hallar información acerca de las fallas más frecuentes y su grado de afectación, con el fin de realizar la respectiva retroalimentación y generar procedimientos de tratamiento para evitar una nueva ocurrencia.

Es importante que en el área de Ingeniería Civil, el pensum establezca programas de formación en el área de patología estructural en los cuales los profesionales adquieran los conocimientos para analizar, diseñar y construir edificaciones con un buen comportamiento durante su vida útil.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

[1] CARRERO, Enrique Javier; RODRIGUEZ, Germán Darío. Tesis de grado “Guía para la definición e implantación de planes de calidad en empresas constructoras”. Editorial UIS, Bucaramanga, 2000.

[2] FLECHAS VILLAMIL, Jairo; ORJUELA PÉREZ, Hernán. Análisis de Modos y Efectos de Fallas aplicado al Centro de Cómputo de La Biblioteca Luís Ángel Arango, UIS, trabajo de monografía Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga 2001.

[3] MANTILLA, Ángela María; MUÑOZ, Mauricio. Tesis de grado “Aplicación de las normas técnicas colombianas NTC ISO en el sector de la construcción en Bucaramanga y su área metropolitana”. Editorial UIS, Bucaramanga, 2004.

[4] ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC – ISO 9000 Sistema de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario. Bogotá, D.C. Colombia, 2000.

[5] ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC – ISO 9001 Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos. Bogotá, D.C. Colombia, 2000.

[6] ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC – ISO 9004 Sistema de Gestión de la Calidad. Directrices para la mejora en el desempeño. Bogotá, D.C. Colombia, 2000.

[7] ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 10014. Efectos económicos de la administración total de la calidad. Bogotá, D.C. Colombia, 1994

[8] ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 10014. Efectos económicos de la administración total de la calidad. Bogotá, D.C. Colombia, 1994

[9] MERTENS, L. Competencia laboral: sistemas, surgimiento y modelos. México 1996.

[10] PERDOMO BURGOS, Alvaro. Administración de costos de la calidad. ICONTEC, Bogotá, D.C. Colombia.

REVISTAS

[11] ASOCRETO, NOTICRETO, La revista técnica y la construcción Colombiana. Concreto bajo el microscopio. Edición 61. Páginas 64-66.

[12] ASOCRETO, UNICEMEX . Control de calidad del concreto en obra. Bogotá, D.C. Colombia, Junio 2003.

PAGINAS INTERNET

Sistema de Gestión de la Calidad según ISO 9000. Calidad y Gestión de la Calidad, Directorio Temático. Disponible en Internet en:

<http://www.gestiopolis.com>

Requisitos del Sistema de Calidad ISO 9001. Disponible en Internet en:

http://www.emprendedor.com/Iso9000/00_contenido.htm

GRUPO CHEMUP, Calidad ISO 9000. Disponible en Internet en:

<http://www.usuarios.lycos.es/chemup/mpage3i.html>

ANEXO A. CONFORMACION DE LA NORMA NTC ISO 9001:2000

4. SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD

4.1 Requisitos Generales

4.2 Requisitos De La Documentación

4.2.1 Generalidades

4.2.2 Manual De La Calidad

4.2.3 control de los documentos

4.2.4 control de los registros

5. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION

5.1 Compromiso De La Dirección

5.2 Enfoque Al Cliente

5.3 Política De La Calidad

5.4 Planificación

5.4.1 Objetivos De Calidad

5.4.2 Planificación Del Sistema De Gestión De La Calidad

5.5 Responsabilidad, Autoridad Y Comunicación

5.5.1 Responsabilidad Y Autoridad

5.5.2 Representante De La Dirección

5.5.3 Comunicación Interna

5.6 Revisión Por La Dirección

5.6.1 Generalidades

5.6.2 Información Para La Revisión

5.6.3 Resultados De La Revisión

6. GESTION DE LOS RECURSOS

- 6.1 Provisión De Recursos
- 6.2 Recursos Humanos
 - 6.2.1 Generalidades
 - 6.2.2 Competencia, Toma De Conciencia Y Formación
- 6.3 Infraestructura
- 6.4 Ambiente De Trabajo

7. REALIZACION DEL PRODUCTO

- 7.1 Planificación Del Producto
- 7.2 Procesos Relacionados Con El Cliente
 - 7.2.1 Determinación De Los Requisitos Del Producto
 - 7.2.2 Revisión De Los Requisitos Del Producto
 - 7.2.3 Comunicación De Los Clientes
- 7.3 Diseño Y Desarrollo
 - 7.3.1 Planificación
 - 7.3.2 Elementos De Entrada Para El Diseño Y Desarrollo
 - 7.3.3 Resultados De Diseño Y Desarrollo
 - 7.3.4 Revisión Del Diseño Y Desarrollo
 - 7.3.5 Verificación Del Diseño Y Desarrollo
 - 7.3.6 Control De Los Cambios Del Diseño Y Desarrollo
- 7.4 Compras
 - 7.4.1 Proceso De Compras
 - 7.4.2 Información De Las Compras
 - 7.4.3 Verificación Del Los Productos Comprados
- 7.5 Producción Y Prestación Del Servicio
 - 7.5.1 Control De La Producción Y De La Prestación Del Servicio
 - 7.5.2 Validación De Los Procesos De La Producción Y De La Prestación Del Servicio
 - 7.5.3 Identificación Y Trazabilidad

7.5.4 Propiedad Del Cliente

7.5.5 Preservación Del Producto

7.6 Control De Los Dispositivos De Seguimiento Y Medición

8. MEDICION ANALISIS Y MEJORA

8.1 generalidades

8.2 seguimiento y medición

8.2.1 satisfacción del cliente

8.2.2 auditorias internas

8.2.3 seguimiento y medición del los procesos

8.2.4 seguimiento y medición del producto

8.3 control del producto no conforme

8.4 análisis de datos

8.5 mejora

8.5.1 mejora continua

8.5.2 acción correctiva

8.5.3 acción preventiva

ANEXO B. Fotos de frecuentes estados de falla del hormigón



Foto 20. Nidos de abeja formados como consecuencia de una altura de caída excesiva, o también por una armadura muy densa

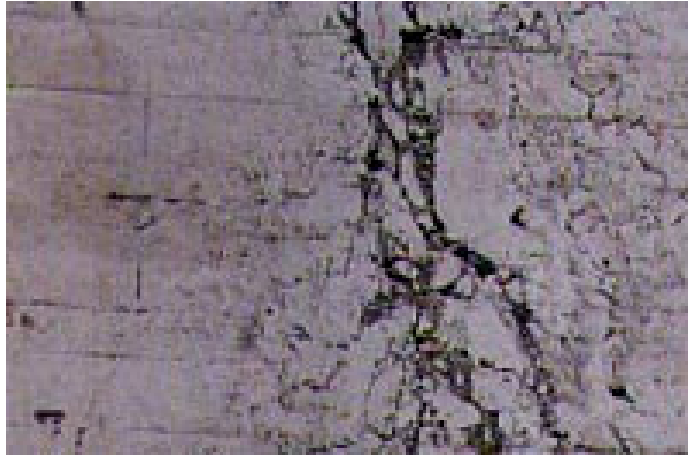


Foto 21. Nidos de abeja formados como consecuencia de una altura de caída excesiva, o también por una armadura muy densa



Foto 22. Superficie poco estética resultante de la microsegregación entre los agregados finos y la pasta de cemento



Foto 23. red de fisuras debidas a la contracción plástica



Foto 24. Fisuras de contracción de un piso



Foto 25. Fisuras de contracción de un muro



Foto 26. Hormigoneado del concreto



Foto 27. Carbonatación sobre una grieta fresca.

El hormigón carbonatado permanece gris mientras que el hormigón no carbonatado, muy alcalino, hace virar el indicador al color rojo.



Foto 28. El frente de carbonatación alcanza la armadura , a causa del óxido que se forma en ésta , su volumen aumenta y el hormigón se fisura y disgrega.



Foto 29. Eflorescencia sobre un muro en hormigón



Foto 30. Si el hormigón es poroso y el agua penetra en él constantemente, las eflorescencias se transforman en condensaciones calcáreas.



Foto 31. La fisuración intensa visible como consecuencia de la hinchazón del hormigón causada por la reacción álcali-agregado

ANEXO C. Ilustraciones AMFE

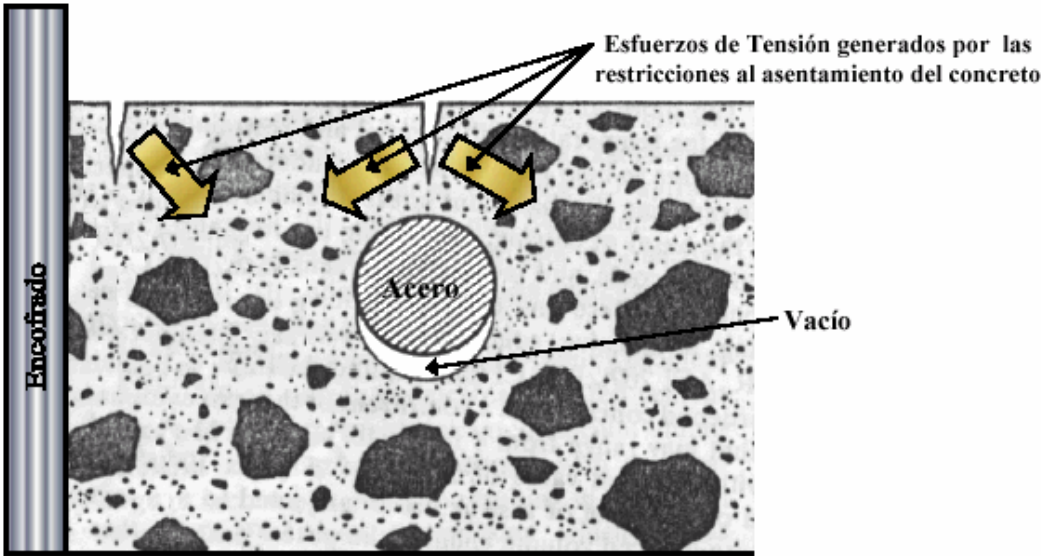


Figura 7. Grietas por asentamiento plástico

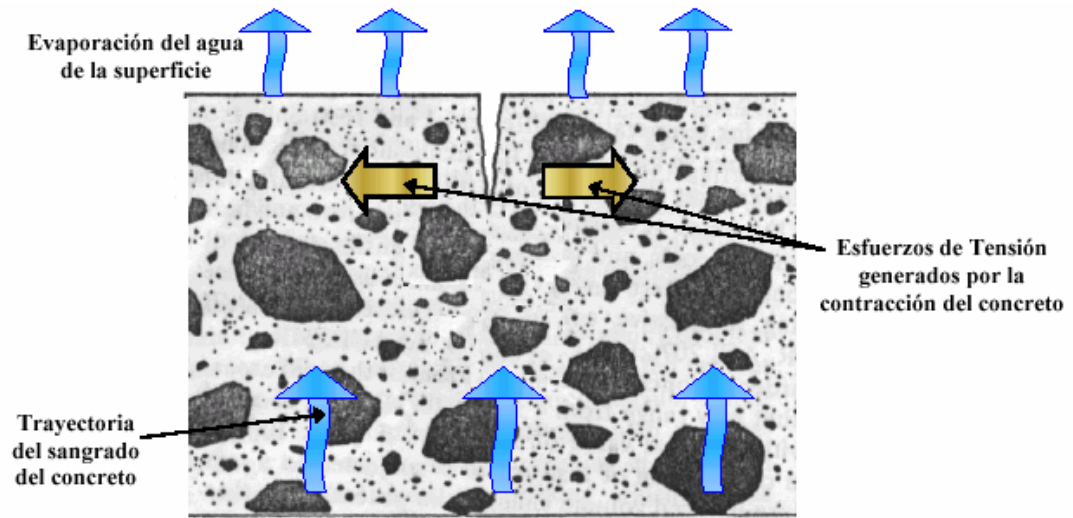


Figura 8. Grietas por contracción plasticidad

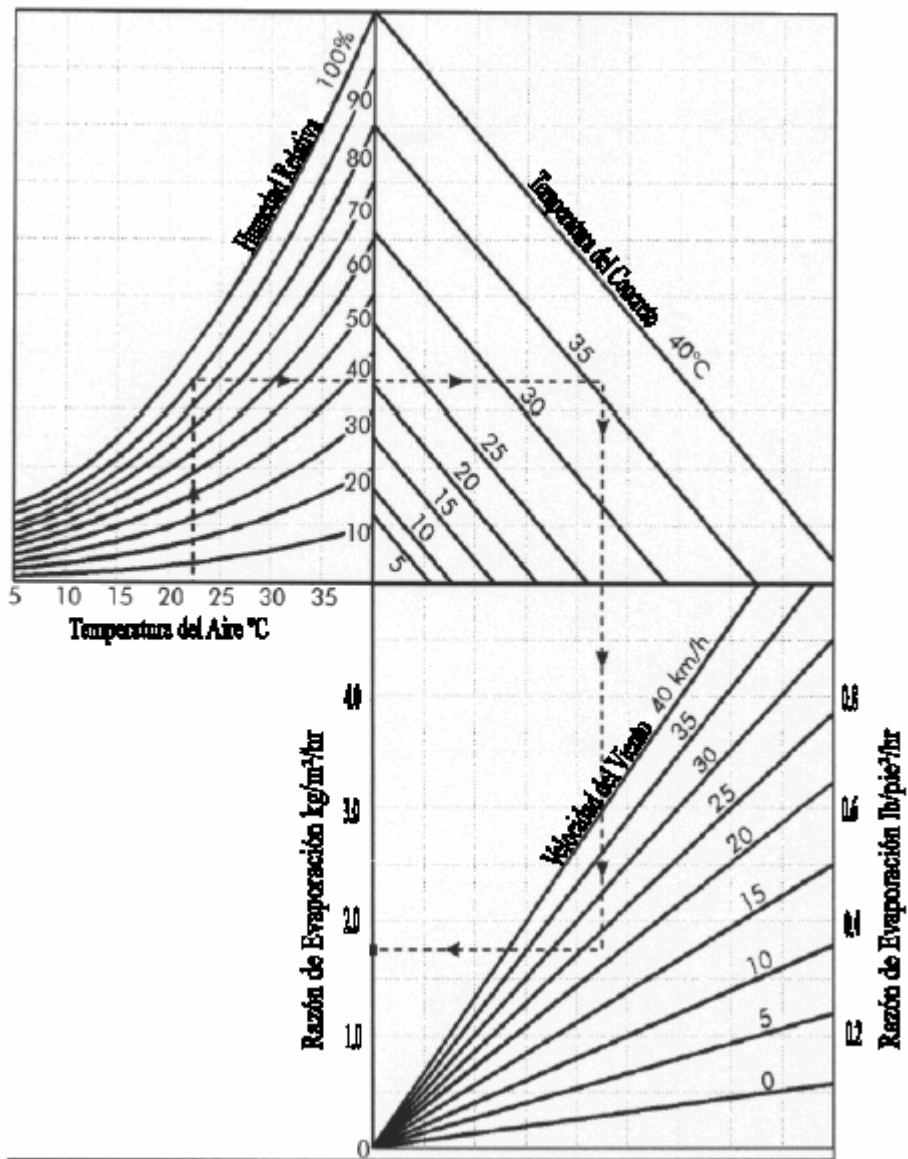


Figura 9. Gráfico para estimar la rapidez de la evaporación. Fuente: Comité ACI 305

R.

Para emplear la gráfica se deberán seguir los siguientes pasos:

- Entrar al gráfico con la temperatura del aire y subir hasta interceptar la humedad relativa
- Seguir a la derecha hacia la temperatura del concreto

- Continuar hacia abajo, hasta interceptar la velocidad del viento
- Seguir hacia la derecha o izquierda dependiendo de las unidades en que se desee la rapidez de evaporación.

ANEXO D. INFORME DE COSTOS DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE COSTOS DE ENSAYOS Y PRUEBAS DEL CONTROL DE CALIDAD

PARQUE CENTRAL CAÑAVERAL TORRE 1

ACTIVIDAD DE CONTROL	Cantidad	V/r Unitario Ensayo	V/r TOTAL Ensayo	V/r Unitario Transporte	V/r TOTAL Transporte	Valor Total
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO CILINDROS	929	4200	3,901,800	480	445,920	4,347,720
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MORTERO CUBOS	30	7000	210,000	240	7,200	217,200
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MORTERO CILINDROS	15	4200	63,000	240	3,600	66,600
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN LADRILLOS	65	6000	390,000	480	31,200	421,200
ABSORCIÓN DE AGUA LADRILLOS	5	17000	85,000	480	2,400	87,400
RESISTENCIA A LA TENSIÓN ACERO	11	20000	220,000	1,000	11,000	231,000
RESISTENCIA A LA TENSIÓN MALLAS	3	20000	60,000	1,000	3,000	63,000
ENSAYO DE MATERIA ORGANICA AGREGADO FINO	3	7000	21,000	480	1,440	22,440
TOTAL						5,456,560

CATALOGO DE PRECIOS DE ENSAYOS		V/r Unitario
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	CONCRETO CILINDROS	4200
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	MORTERO CUBOS	7000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	MORTERO CILINDROS	4200
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	LADRILLOS	6000
ABSORCIÓN DE AGUA	LADRILLOS	17000
RESISTENCIA A LA TENSIÓN	ACERO	20000
RESISTENCIA A LA TENSIÓN	MALLAS	20000
ENSAYO DE MATERIA ORGANICA	AGREGADO FINO	7000
EQUIVALENTE DE ARENA		35000
PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		21000
RESISTENCIA A SULFATOS		132000
TIEMPO DE FRAGUADO		19000
GRANULOMETRIA		34500
MEZCLAS ASFALTICAS		
DENSIDAD BULK		22000
ESTABILIDAD Y FLUJO		22000
CONTENIDO DE ASFALTO		44000
GRANULOMETRIA		34500