

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“DESARROLLO DE SISTEMA DE ASEGURAMIENTO  
DE LA CALIDAD APLICADO A LAS DIVERSAS  
ESPECIALIDADES DE OBRAS RETAIL “**



**TESIS** PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR : CAROL SILVANA LAY GUERRA

**LIMA – PERÚ - AÑO: 2013**



III.5.4 FORMATO DE PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	132
III.5.5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA EN CAMPO .....	133
III.6 SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS.....	138
III.6.1 DESCRIPCIÓN.....	138
III.6.2 NORMAS APLICADAS .....	138
III.6.3 FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	138
III.6.4 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL SISTEMA .....	148
III.7 SISTEMA DE FRIO ALIMENTARIO.....	163
III.7.1 DESCRIPCIÓN.....	163
III.7.2 NORMAS APLICADAS .....	164
III.7.3 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN .....	164
CAPITULO IV : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	179
CONCLUSIONES .....	179
RECOMENDACIONES .....	179
CAPITULO V : BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS .....	181
CAPITULO VI: RESUMEN.....	183

# CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN

La presente tesis, está orientada al desarrollo de un conjunto de recomendaciones que podrían conformar un manual de calidad basado en procesos, normativas, criterios de aceptación y protocolos de calidad cuyo fin es de servir como guía para las obras de Construcción tipo Retail, y específicamente en construcción de Supermercados, teniendo en cuenta que este tipo de construcciones abarcan, además de las especialidades usuales, otras específicas, tales como sistema de agua contraincendios, sistema de redes de gas, frío alimentario, entre otros, conforme se irá presentando en el desarrollo de la tesis.

La calidad en las obras de construcción se basa en que los procesos constructivos cumplan con los requisitos correspondientes establecidos en el proyecto y las normativas vigentes, para ello deben realizarse diversas actividades, las que comprenden principalmente el examen de los resultados obtenidos de un proceso de producción mediante mediciones, muestreos y pruebas, tanto de campo como de laboratorio, que permiten evaluar las propiedades inherentes a un concepto de obra, de sus acabados, materiales y equipos instalados de forma permanente, todo esto comparándolo con las especificaciones del proyecto para así evaluar su aceptación o rechazo, determinando de esta manera si el proceso de producción se está ejecutando correctamente.

La presente tesis, toma como referencia las normas nacionales e internacionales y la experiencia propia de la autora en diversas obras (alrededor de 30), de las cuales se ha desarrollado en campo. la teoría propuesta en las siguientes obras:

Plaza Vea Lurín - Suelos

Plaza Vea Bolichera - Concreto

Vivanda La Molina – Instalaciones Eléctricas

Plaza Vea Alcázar – Instalaciones Sanitarias

Plaza Vea Talara – Instalaciones de Gas

Plaza Vea Jr. De la Unión– Agua Contra Incendios

## Plaza Vea Trujillo – Frio Alimentario

Estas experiencias permiten ofrecer una guía para la implementación de sistemas de calidad que aplicados en proyectos similares, asegurarán la obtención de buenos resultados en el producto final (la obra) y por consiguiente la satisfacción del cliente, generando a su vez mayor nivel de competencia en el mercado. Así mismo cabe resaltar que, aplicar el control de calidad permite ahorros en mayores costos y mayor tiempo, los que se hubieran presentado de darse una situación de NO CALIDAD.

El desarrollo de estos temas se han organizado en 6 capítulos que abarcan conceptos teóricos, conceptuales y aplicaciones que hacen de la tesis un documento de especial importancia.

# CAPÍTULO II : ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

## II.1 ESTRUCTURA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD EN

OBRAS

### II.1.1 DESCRIPCIÓN

Este capítulo contiene los criterios para la ejecución del control de calidad que realice el Contratista de Obra durante la construcción cuando los trabajos se ejecuten por contrato, así como para la verificación de dicho control de calidad.

Cuando hablamos de Calidad podemos tomar como referencia la Norma ISO: 9001, cuyos pilares son los siguientes:

Gestionar por procesos

Potenciar la Satisfacción del Cliente

Mejorar continuamente la eficacia en todos los procesos que componen la actividad de la empresa.

Para ello enumeraremos los requisitos para garantizar dicha forma de trabajar y de ser el caso, poder certificar su sistema de gestión de calidad:

Responsabilidad de la Dirección: La dirección es el órgano promotor de un sistema de gestión de calidad. Debe ser el impulsor de las ideas y filosofía de la calidad y, debe transmitirlo a todos los elementos intervinientes en los procesos de la empresa: empleados, clientes, proveedores, colaboradores, entre otros.

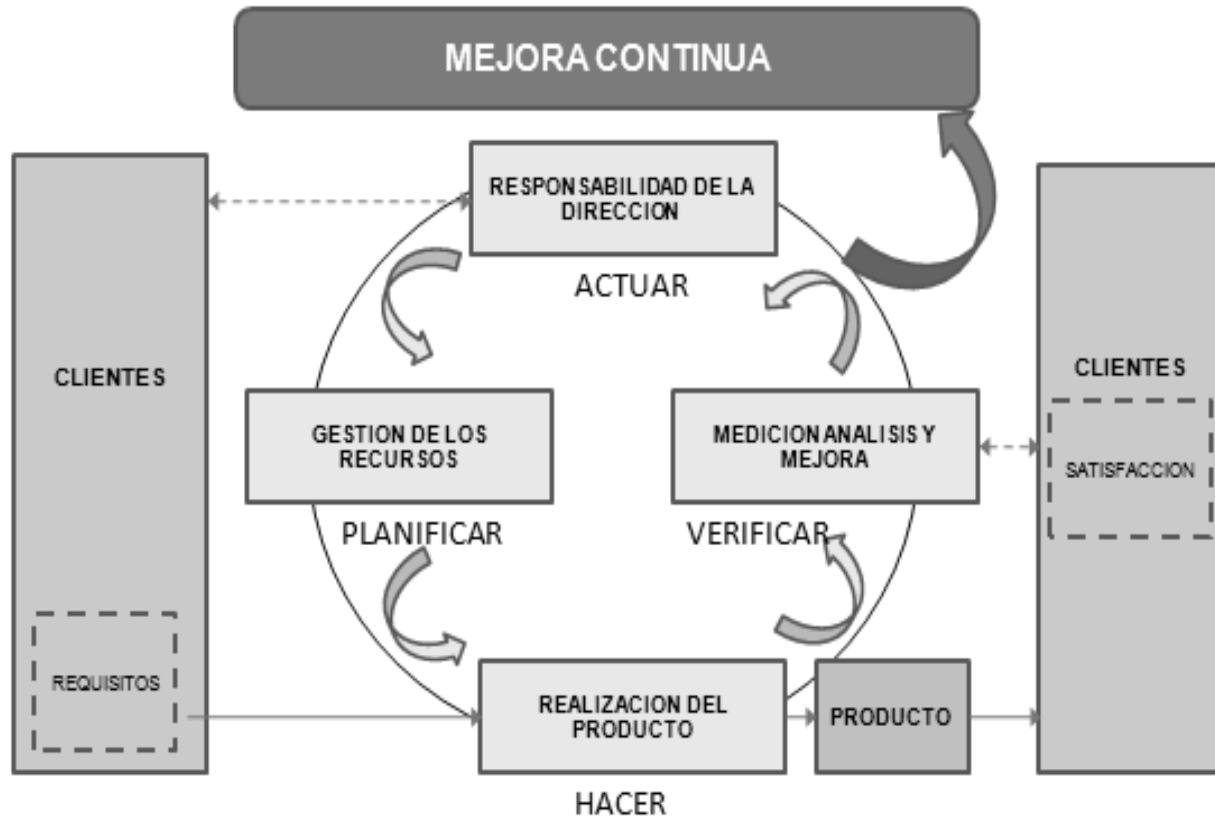
Gestión de los Recursos. Para llevar a cabo un sistema de gestión de calidad, será necesario contar con recursos humanos, técnicos y materiales para garantizar que los procesos y el producto/servicio obtenido son adecuados. Para ello, será imprescindible definir las necesidades de recursos y garantizar su aptitud a lo largo de todos los procesos.

Gestión de los Procesos. Se deben identificar y definir los procesos que conforman la actividad global de la empresa. Una vez definidos, será conveniente establecer un procedimiento de trabajo para garantizar que el resultado final de cada proceso va a cumplir con los requisitos marcados inicialmente. De este modo se sistematiza el modo de actuar y se garantiza que las tareas se hacen siempre del mismo modo, independientemente de quien las realice.

Medida, Análisis y Mejora: Por último se trata de medir los datos y resultados derivados de los procesos realizados o productos obtenidos. Analizar el porqué de esos resultados, observar su tendencia, y establecer nuevas metas y objetivos para el siguiente periodo, basados en los datos y condiciones de la empresa.

A continuación se muestra un esquema gráfico de la filosofía de un sistema de gestión de calidad:

**CIRCULO DE DEMING**



## II.1.2 DESARROLLO DEL MODELO

El modelo a desarrollar debe estar estructurado de manera simple, siendo comprendido por cualquiera de los involucrados en los proyectos de construcción. Para el desarrollo de dicho modelo se ha definido trabajar en base a los siguientes pasos:

### II.1.2.1 Definición del alcance del proyecto

Tomando como referencia el PMBOK y para facilitar este proceso se implementará el desarrollo del EDT (Estructura de Desglose del Trabajo), el cual representa el total de los entregables permitiendo completar todo el alcance del proyecto, lo que no figure en el EDT, no se considerará como parte del proyecto.

Dentro de las características podemos mencionar:

La EDT define y organiza la estructura del trabajo total del proyecto.

Cada actividad de la EDT tiene un entregable tangible.



La EDT nos facilita el manejo del trabajo al dividirlo en porciones más pequeños.

En base a los paquetes de trabajos (nivel más bajo de los componentes de la EDT) podemos empezar programar, monitorear, controlar y estimar costos.

A continuación describiremos las entradas, herramientas/técnicas y salidas referentes a este proceso.

“LAS ENTRADAS” del proceso de Creación de EDT son:

Enunciado del alcance del proyecto: En este documento se realiza una descripción narrativa de los productos o servicios que serán desarrollados por el proyecto, para proyectos externos puede ser recibido de un cliente como parte de un requerimiento.

Documentación de requisitos: Describe cómo los requisitos individuales cumplen con las necesidades del negocio del proyecto. Los requisitos pueden empezar a un nivel general y progresivamente ser detallados según se tiene mayor conocimiento. Para ser considerados como línea base, los requisitos no deben ser ambiguos, sino objetivos, trazables, completos, consistentes y aceptables por los interesados principales.

Entre los componentes de la documentación se pueden considerar:

Necesidad del negocio u oportunidad a tomar.

Objetivos del proyecto y el negocio

Requisitos funcionales

Requisitos no funcionales

Requisitos de Calidad

Criterios de Aceptación, etc.

Activos de los procesos de la organización

“LA HERRAMIENTA/TÉCNICA” del proceso de Creación de EDT es:

Descomposición: Consiste en subdividir los entregables del proyecto en componentes más pequeños y más manejables, hasta que el trabajo y los entregables queden definidos a un nivel donde el costo y la duración de las actividades pueden estimarse y gestionarse de manera más confiable. Ese nivel se denomina niveles de paquetes de trabajo y los entregables de ese nivel se conocen como paquetes de trabajo.

El proceso de creación de la EDT implica las siguientes actividades:

Identificar y analizar los entregables

Estructurar y organizar la EDT

Descomponer los niveles superiores de la EDT en componentes detallados de nivel inferior.

Desarrollar y asignar códigos a los componentes de la EDT

Verificar que el grado de descomposición del trabajo sea el necesario y suficiente.

“LAS SALIDAS” del proceso de Creación de EDT son:

La EDT: Descomposición jerárquica basada en los entregables que debe ejecutar el equipo de proyecto para lograr los objetivos y crear los entregables requeridos.

El diccionario de la EDT: Proporciona una descripción detallada de los componentes incluyendo los paquetes de trabajo y cuentas de control, entre la información que se suele mencionare en el diccionario de considera:

Definición del entregable

Entregables de nivel inferior

Actividades, para el caso de paquetes de trabajo

Lista de hitos

Responsable

Duración estimada, fechas de inicio y fin

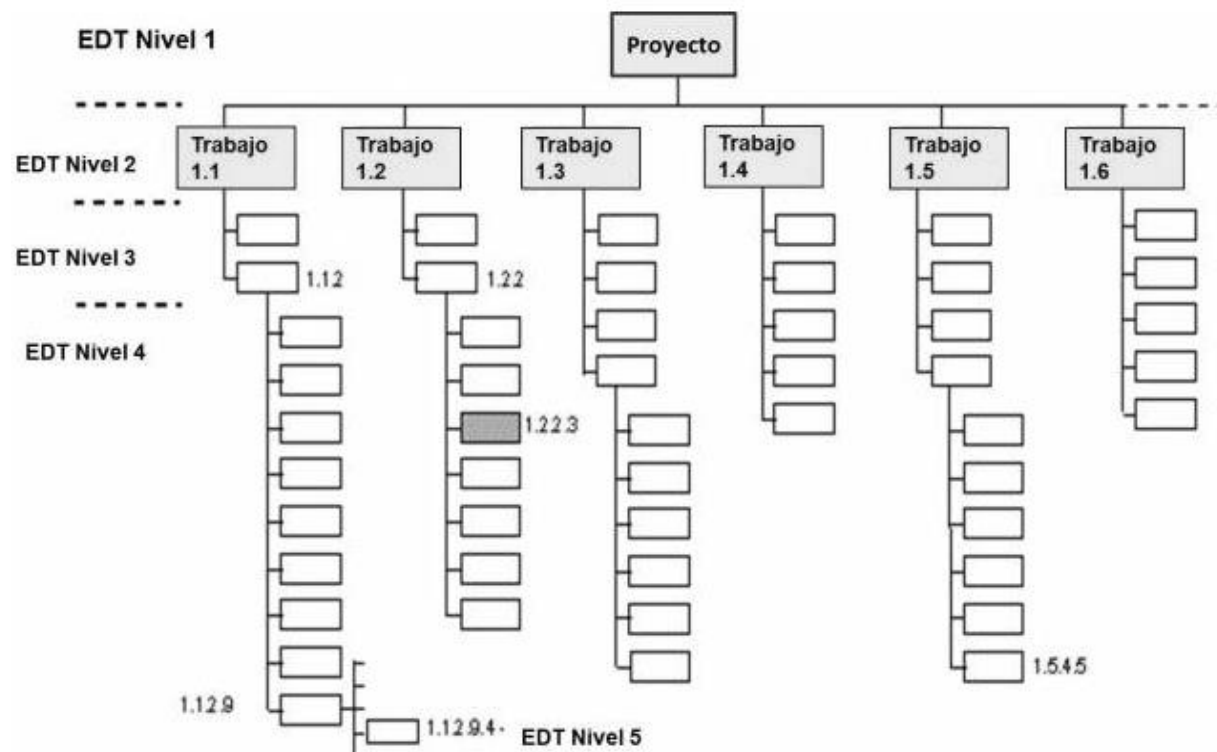
Requisitos de calidad, etc.

Línea Base del Alcance: Incluyen tanto el enunciado del alcance del proyecto, la EDT y el diccionario de la EDT.

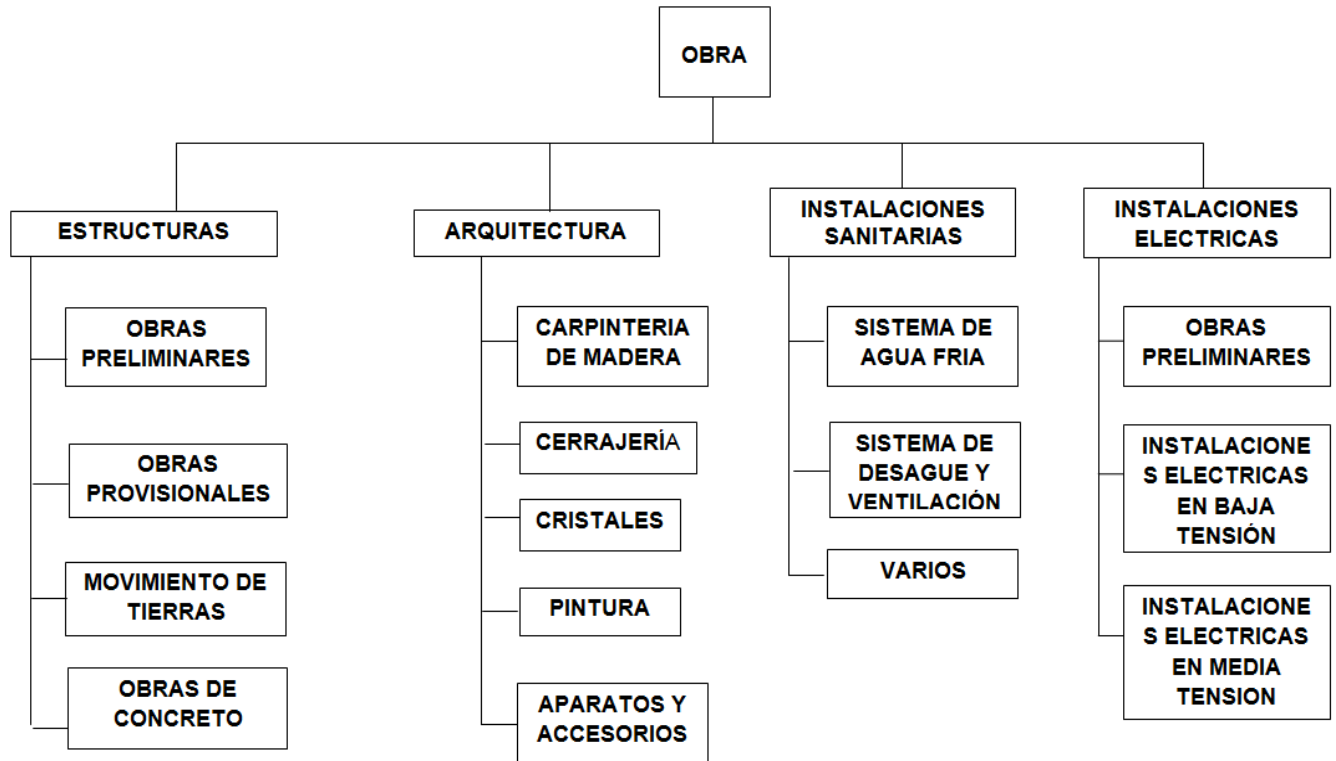
Actualizaciones a los documentos del proyecto: puede ser actualizado entre otros la documentación de requisitos.

A continuación presentamos un formato de EDT y un ejemplo práctico referente a entregables de Obra donde podemos apreciar la Estructura, los niveles, las codificaciones, entre otros.

EDT



Formato EDT tipo Organigrama



Ejemplo práctico según formato EDT tipo Organigramma

### II.1.2.2. Aplicar el Sistema de Gestión de Calidad

La Gestión de Calidad incluye los procesos y actividades de la organización patrocinadora que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales fue emprendido. En este punto nos apoyaremos en una de las áreas de conocimiento del PMBOK, la cual consta de los procesos siguientes:

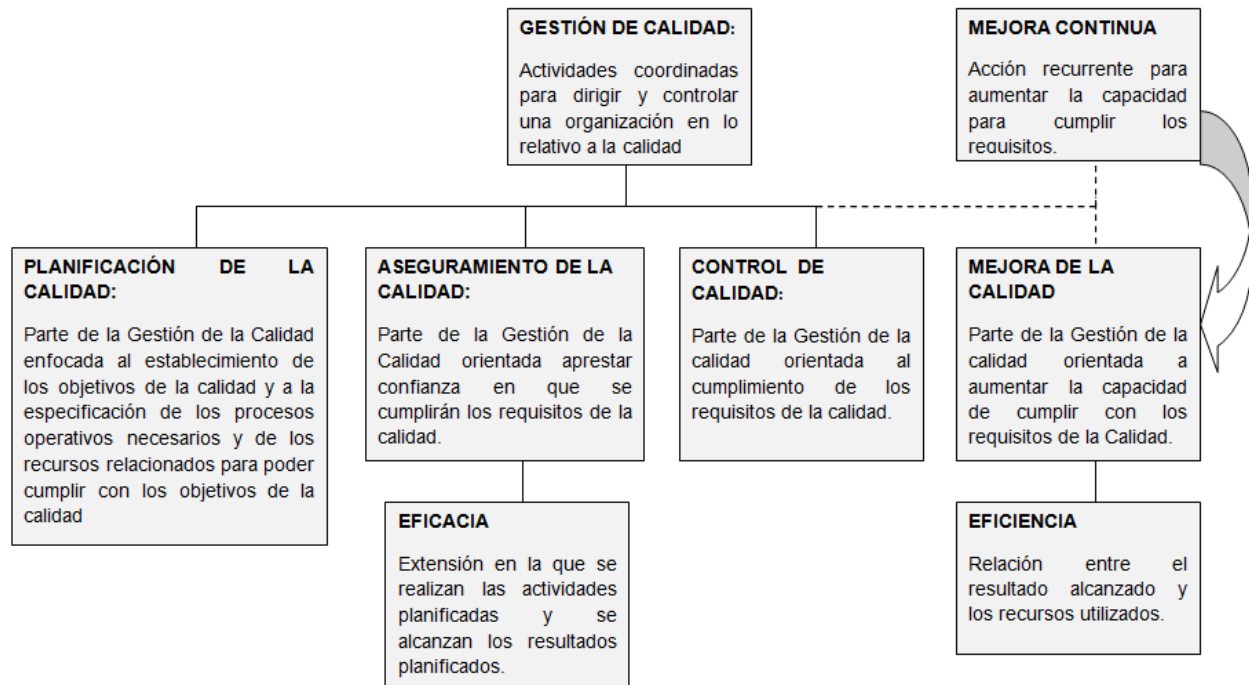


Diagrama de Procesos de Gestión de Calidad

### II.1.2.2.A Planificación de Calidad

Consiste en definir y documentar las necesidades de los interesados, identificando normas de calidad relevantes para el proyecto, determinando el mecanismo para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Entre algunas de las TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS tenemos:

Análisis de costo beneficio: Comparación del costo del procedimiento de calidad con el beneficio esperado.

Costo de la Calidad: Costos en que se incurren durante la ejecución del proyecto para prevenir el incumplimiento de requisitos, evaluar la conformidad del producto.

Muestreo estadístico: Cuando se inspecciona una parte de toda la población para inferir que dicha población cumple con los requisitos esperados.

Estudios comparativos: Implica comparar prácticas reales planificadas del proyecto, con otros proyectos comparables e identificar mejores prácticas, dichos proyectos pueden estar dentro o fuera de la organización ejecutante.

Como SALIDAS de este proceso tenemos:

Plan de gestión de Calidad

Describe como el equipo de gestión del proyecto implementará la política de calidad de la organización ejecutante. Incluye una descripción de la aplicación de los procesos de Aseguramiento de Calidad, Control de Calidad y la mejora Continua del proceso.

Si bien entendemos los sistemas de Gestión de la Calidad como una estrategia de Gestión, el Plan de Calidad de la obra es la herramienta de organización, planificación y control documentado de la etapa de construcción, cuya finalidad es conseguir la Satisfacción del Cliente mediante la prevención de cualquier No conformidad en todas la etapas de la construcción, desde la revisión del proyecto, hasta los procesos de construcción y productos elaborados, optimizando la relación costo / beneficio en todos los procesos y productos. Este Plan Considera:

Gestión de procedimientos

Revisión del contrato

Organización de la obra

Planeamiento general de la Obra (Plan de control de procesos, plan de compras, plan de prevención de riesgos)

Control de procesos (hitos de inspección)

Trazabilidad

Evaluación de proveedores y subcontratistas

Calibración de equipos

Control y tratamiento de las No Conformidades

## Programa de auditorías

### Métricas de Calidad

Describe en términos muy específicos cuáles son los factores de calidad relevantes y cómo serán medidos por el proceso de control de calidad. La medición es un valor real y la tolerancia define la variación permisible de la métrica.

### Listas de Control de Calidad

Herramienta Estructurada usada para verificar la ejecución de los procedimientos establecidos. Estas listas se emplean en el proceso de control y de aseguramiento de calidad y se denomina también Check List, lista de verificación, protocolos de prueba, registros de control, entre otros. Para el control de calidad de la ejecución y de los materiales se realizará mediante puntos de inspección de unidades de obra o PPIs. Primero programaremos el control de calidad en forma de fichas que contemplen los puntos de control e inspección. Cada ficha se referirá a un trabajo de obra (estructuras de concreto, instalaciones eléctricas, sanitarias, estructuras metálicas, etc.). Finalmente realizaremos la inspección apoyándonos en los registros de control.

La programación del control de calidad de la ejecución y de los materiales la realizaremos de acuerdo con las normas y reglamentos vigentes como mínimo, cada empresa puede componer además sus propios criterios de aceptación y de inspección de calidad y diseñar sus propios registros de control de la ejecución y de los materiales.

### PPI's - Plan de Puntos de Inspección

N°	Especialidad	Proceso a controlar	Puntos a inspeccionar	Documentos de referencia	Frecuencia	Criterios de aceptación	Registro	Responsable
1	Instalaciones Sanitarias	Prueba hidrostática	Verificar la presión del agua	IISS EETT	Antes del vaciado	$\Delta P=2PSI$	Formato IS-HID	Jefe de Calidad
2	Instalaciones sanitarias	Prueba de Estanqueidad	Verificar el nivel del agua	IISS EETT	Antes del vaciado	$\Delta P=2mm$	Formato IS-ETQ	Jefe de Calidad
3	Estructura de concreto	Concreto Hecho en Obra	Resistencia del concreto	EETT – RNE	Cada vez	$F'c= 210,$ $280 kg/cm^2$ $Slump=2''$	Formato OC-CON	Jefe de Calidad
4	Albañilería	Asentado de unidades de ladrillo	Verificar asentado de ladrillo	RNE	Cada vez	Plomada $\pm 3mm,$ juntas 1.5cm	Formato ARQ ASENT	Jefe de Calidad

#### II.1.2.2.B Realizar el Aseguramiento de Calidad



Aplicar las actividades planificadas y sistemáticas relativas a la calidad, con la finalidad de asegurar que el proyecto utilice todos los procesos necesarios. El aseguramiento incluye la mejora continua de procesos, medio iterativo para mejorar la calidad de los procesos, para eliminar actividades que no agregan valor.

Entre las TÉCNICAS/HERRAMIENTAS para desarrollar este proceso tenemos:

#### Auditorías de Calidad

Revisión estructurada e independiente para determinar si las actividades del proyecto cumplen con las políticas, procesos y procedimientos del proyecto y de la organización. Sus objetivos son:

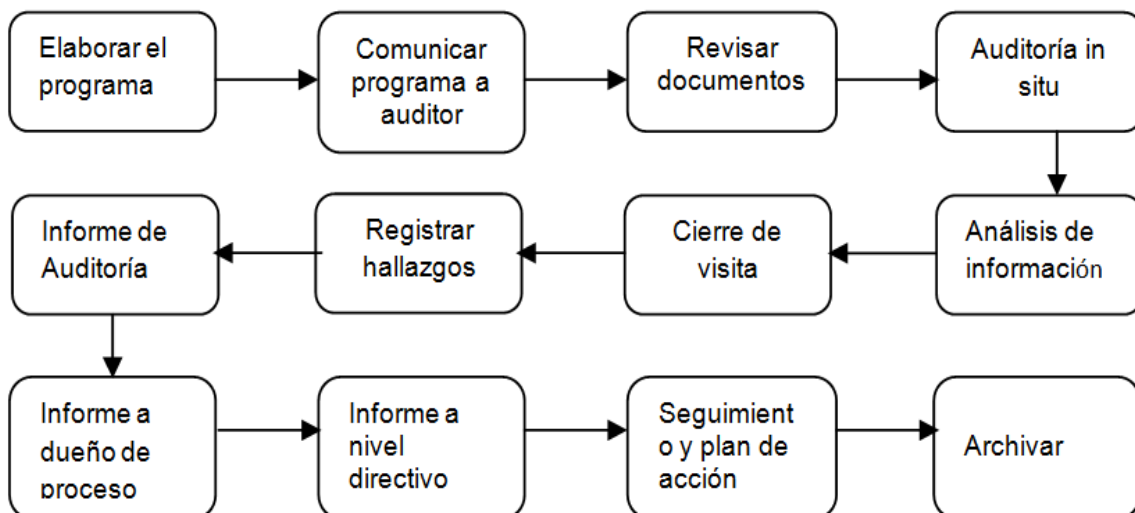
Identificar todas las buenas y mejores prácticas empleadas.

Identificar todas las diferencias y anomalías.

Acciones para corregir deficiencias que reducirían el costo de la calidad y lograr una mayor aceptación del producto por el cliente o patrocinador.

Asesorar de manera positiva y proactiva.

Las auditorías pueden ser programadas o aleatorias realizadas por auditores internos o externos, se recomienda seguir los siguientes pasos:



## Verificación de Calibración de equipos de Medición

En este proceso de Aseguramiento de calidad se debe verificar que los equipos de medición se encuentren calibrados con la finalidad de tener la certeza que los valores arrojados son correctos. La Calibración y trazabilidad son cruciales principalmente para actividades de producción, desarrollo e investigación, el No Cumplimiento de lo mencionado en este punto puede traer consecuencias como:

Afectación al Sistema de Calidad: La certificación ISO 9000, la cual demanda la documentación del proceso, y dado que los parámetros instrumentales del proceso son aspectos críticos de la documentación, es crucial asegurar que estos parámetros son correctos y trazables.

Los instrumentos de monitoreo y medición deberán "ser calibrados o verificados a intervalos especificados antes de su uso; contra equipo trazables a patrones de medición nacionales".

## Análisis de procesos

Consiste en examinar problemas y reacciones vividas y las actividades que no agregan valor identificadas durante la ejecución del proceso. Incluye el análisis causal y técnico para identificar un problema, y plantear acciones preventivas y correctivas mediante los cinco procesos de la metodología de mejora de procesos (Seis Sixma, enfocada en reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente).

Como parte del proceso de Aseguramiento de la Calidad, debemos considerar el Proceso de Mejora de la Calidad como parte de la gestión de la Calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la Calidad, esta acción es reactiva generada en función a un evento, todos los resultados obtenidos retroalimentan a los procesos establecidos para implementarlos al siguiente proyecto, logrando así una Mejora Continua de los procesos, permitiendo actuar proactivamente enfocado a prevenir eventos de impacto negativo.

La mejora Continua Implica Establecer:

Recurrencia

Roles y responsabilidades

Metodología de Trabajo (Para el cumplimiento al ciclo de Deming)

Evaluación de resultados, entre otros.

Por último debemos considerar que:

El aseguramiento de calidad, se hace durante el proceso de elaboración del entregable.

Influye en la política, procesos y procedimientos de la empresa.

El proceso de aseguramiento de calidad no es permanente, es periódico, lo permanente debe ser la actitud y la conducta.

Las salidas de este proceso son actualizaciones o solicitud de cambio, trabaja sobre lo que espera. Es planificado.

Incluye la mejora continua de los procesos.

#### II.1.2.2.C Realizar el Control de Calidad

Proceso por el que se monitorean y registran los resultados específicos del proyecto para determinar si cumplen con las normas de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar cambios necesarios. Este proceso permite identificar causas de una calidad deficiente del proceso o producto y recomiendan y/o implementan acciones para eliminarla.

Los estándares de calidad incluyen las metas de los procesos y del producto de proyecto.

Una de las TÉCNICAS para el desarrollo de este proceso es:

La Inspección: examen del producto de un trabajo para determinar si cumple con las normas documentadas, los resultados suelen incluir mediciones y llevarse a cabo en cualquier nivel, estas inspecciones también se emplean para validar las reparaciones de defectos. Es necesario resaltar que todo este proceso está acompañado de registros de Control de Calidad para cada producto o sistema terminado, se requiere de datos cuantificados y es objetivo. Posterior a la aceptación del producto como resultado del Control de Calidad se procede a la entrega del producto o sistema aceptado.

Es recomendable que el Control de Calidad sea realizado por un independiente al responsable del entregable, usualmente es un control previo antes de la entrega al cliente.

A continuación podemos observar un ejemplo de control de Calidad aplicado a Tableros eléctricos (fabricación) en el cuál se evalúa una serie de requisitos para su aceptación final, todo este proceso registrado en el formato estandarizado (lista de control) para dicho producto.



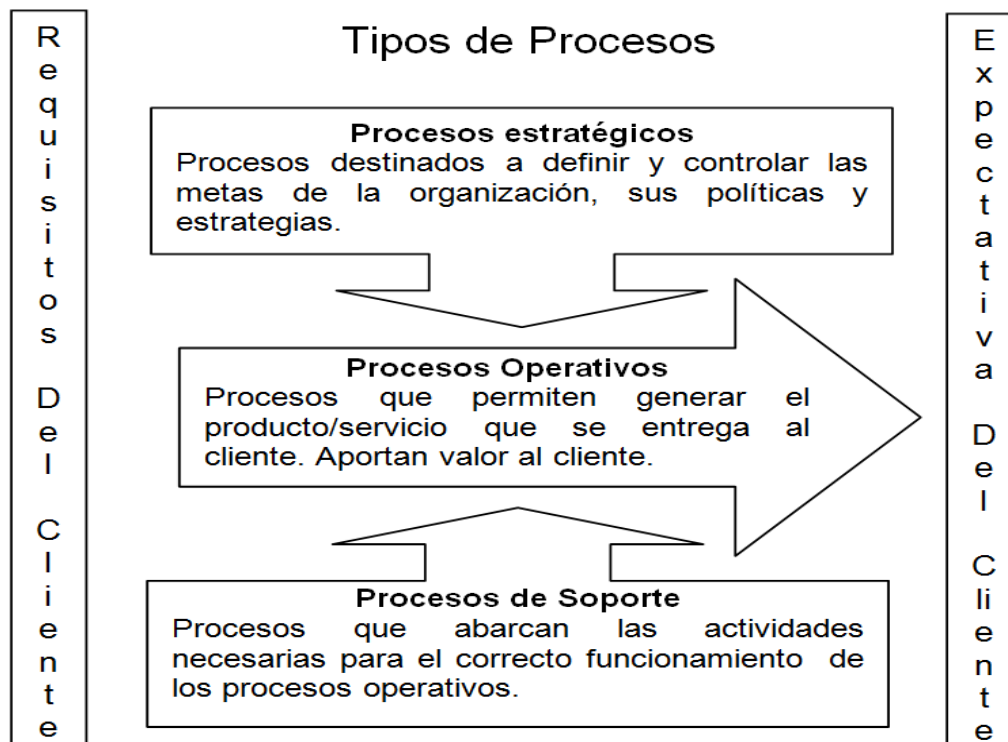
### II.1.2.3 Aplicación de la Gestión por Procesos

Se deben desarrollar procesos para el cumplimiento del alcance de la EDT del proyecto, los procesos se deben categorizar en:

**Procesos de Gestión (estratégicos):** Son procesos destinados a definir y controlar las metas de la organización, sus políticas y estrategias. Permiten llevar adelante la organización. Están en relación muy directa con la misión/visión de la organización, Involucran personal de primer nivel de la organización.

**Procesos Operativos:** Son procesos que permiten generar el producto / servicio que se entrega al cliente, por lo que inciden directamente en la satisfacción del cliente. Generalmente atraviesan muchas funciones, son procesos que valoran los clientes y accionistas. En resumen son procesos que tienen relación directa con la calidad final del producto del proyecto.

**Procesos de Soporte:** Apoyan a los procesos operativos. Sus clientes son internos.



Un Proceso según la norma ISO 9000:2005 es un “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

La clave para distinguir o elaborar un proceso es conceptualizarlo como tal, pero de manera resumida podemos decir que todo proceso debe constar de:

**Objetivo:** Define cual es el fin dicho proceso.

**Alcance:** Determine el inicio y el fin en el que proceso se encuentra inmerso.

**Entradas y salidas:**

**Elementos de entrada;** es decir lo que viene del anterior proceso.

**Elementos de Salida;** lo creado en el presente proceso.

**Recursos:** Hace referencia a todo aquello de lo que requiere el proceso para su correcto funcionamiento ya sean recurso Materiales o Humanos.

**Diagrama de Flujo:** Es una representación grafica que contiene a cada una de las actividades del proceso enlazadas entre sí distinguiéndose los elementos de entrada y salida.

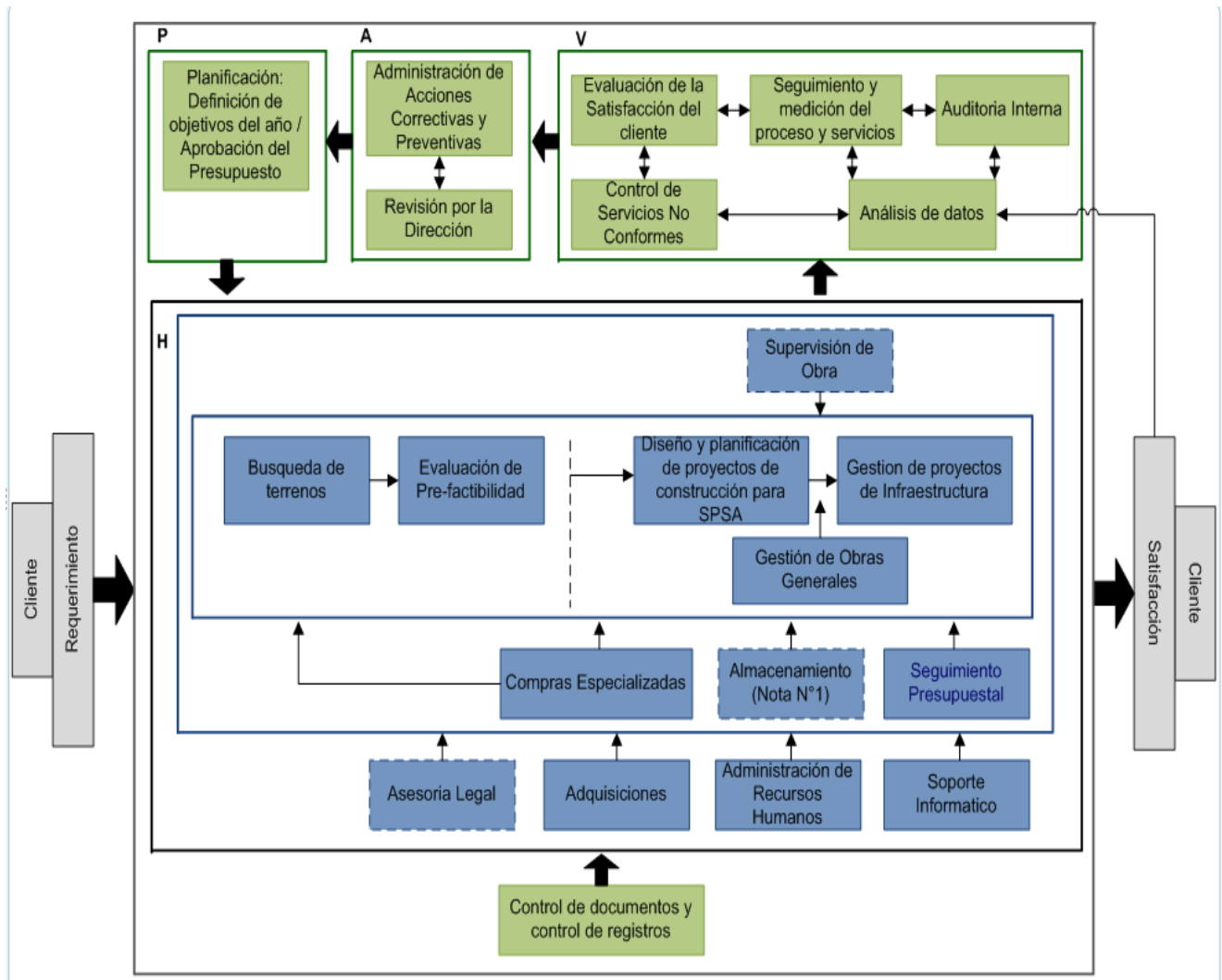
**Indicador de desempeño:** es un instrumento de medición de las principales variables asociadas al cumplimiento de los objetivos y que a su vez constituyen una expresión cuantitativa y/o cualitativa de lo que se pretende alcanzar con un objetivo específico establecido.

Los procesos a realizar como parte de la ejecución del Proyecto requieren ser documentados, haciendo referencia al círculo de Deming los procedimientos documentados deben estar relacionados con los cuatro cuadrantes que presenta.

Haciendo referencia al dossier de Calidad el cual se detallará más adelante, se debe tener claro que a medida que se ejecute la obra, se deberá ir desarrollando el dossier de calidad, quedando demostrado objetivamente que el producto del proyecto se realizó en base a procesos definidos cumpliendo con los requerimientos del cliente.

Cuando ya se han identificado todos los grandes procesos de la organización, éstos se representan en un mapa de procesos. Téngase en cuenta que la clasificación de los procesos de una organización en estratégicos, operativos y de soporte, vendrá determinada por la misión de la

organización, su visión, su política, etc. A continuación un ejemplo de Mapa de procesos para el área de Infraestructura de una organización según los cuatro cuadrantes del círculo de Deming.



Ejemplo de mapa de procesos aplicado al área de construcción

#### II.1.2.4. Monitoreo y Control de los factores de éxito:

Este paso consiste en verificar que durante el periodo de ejecución de proyecto se hayan cumplido con los cuatro factores de éxito, cuyas líneas bases están definidas por:

Alcance: Enunciado detallado del alcance del proyecto, el EDT, y el diccionario del EDT.

Tiempo: Cronograma del Proyecto



Costo: Presupuesto y curva S

Calidad: Objetivo de Calidad del Proyecto, estándares y Plan de calidad.

El responsable de la dirección del proyecto requiere de este procedimiento, y realizarlo de una forma periódica según se vaya desarrollando el proyecto e ir definiendo acciones correctivas y preventivas.

# CAPÍTULO III : CONTROL DE CALIDAD APLICADO A DIVERSOS SISTEMAS

En este capítulo nos enfocaremos en las pruebas y ensayos a realizar como medida de control de calidad como requisito de aceptación para un sistema y/o equipo según la especialidad. A continuación encontraremos procesos definidos según las normativas vigentes con el fin de estandarizar procesos y formatos que faciliten la medición de cumplimiento según los requerimientos del proyecto y las normativas.

Así mismo también se incluyen pruebas realizadas en campo y sus resultados con el fin de ilustrar lo descrito en cada procedimiento y demostrar el cumplimiento del objetivo mencionado en el párrafo anterior; en algunos casos se incluyen registros de no conformidades, detallando como la falta de un adecuado control de calidad afecta directamente en plazos y costos.

A continuación se adjunta un cuadro de plan de puntos de inspección cuyo contenido se desarrollará al detalle según lo indicado en el primer párrafo del presente capítulo. Este cuadro debe ser generado previo al inicio de los trabajos y empleado como herramienta de control en forma macro de cada uno de ellos.

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

Especialidad	Proceso a controlar	Ensayo	Documentos de referencia	Frecuencia	Criterios de aceptación	Equipo Ref.(Calibrado)	Registro	Responsable
Suelos	Compactación	Densidad de campo	NTP 339.143, NTP 339.141, NTP 339.127, NORMA E 050	Cada 250 m <sup>2</sup> , con un min 3 x capa. Área ≤ 25m <sup>2</sup> min. 1 control. e capa= 0.30m.	90 ó 95 de % de compactación según EETT o normativa.	Balanza, humidómetro	FR - DC	Ingeniero de Calidad
Concreto	Vaciado de concreto	Asentamiento "Slump"	RNE E-060, ASTM C-143, NTP 339.035	cada 50 m <sup>3</sup> ó cada 300m <sup>2</sup> ; no menos 1 x día; min. 1 x cada 5 camiones	± 2" 2" < Slump < 4" Slump > 4"      +/- 1/2" +/- 1"	Cono de Abrams	FR - CONC	Ingeniero de Calidad
	Vaciado de concreto	Resistencia	NTP 339.033, NTP 339.034, NTP 339.036, ASTM C 172, ASTM C 31 ,	cada 50 m <sup>3</sup> ó cada 300m <sup>2</sup> ; no menos 1 x día; min. 1 x cada 5 camiones	Prom. 2 ensayos ≥ a 28 días f'c	Prensa hidráulica	FR - CONC	Ingeniero de Calidad
Instalaciones Eléctricas	Cableado	Aislamiento a circuitos	Código Nacional de Electricidad – Utilización, RNE	1 x circuito	250V R <sub>z</sub> 0.25 M-ohm; 500V R <sub>z</sub> 0.5 M-ohm	Megóhmetro	FR - IE02	Ingeniero de Calidad
Instalaciones Eléctricas	SPAT	Medición de resistencia a SPAT	Código Nacional de Electricidad – Utilización, RNE	1 vez	< 25 ohms ó según EETT	Telurómetro	FR - IE01	Ingeniero de Calidad
Instalaciones sanitarias	Canalización de red de agua	Presión de agua	RNE	Según avance y 1 general	Δ 1 PSI	Manómetro	FR - IS01	Ingeniero de Calidad
Instalaciones sanitarias	Canalización de red de desagüe	Nivel de agua / Estanqueidad	RNE	Según avance y 1 general	1mm	_____	FR - IS02	Ingeniero de Calidad
Instalaciones sanitarias	Instalación de bombas	Prueba de parámetros	RNE, EETT	1 vez	Según EETT	Pinza amperimétrica, manómetro	FR - IS03	Ingeniero de Calidad
Instalaciones de Gas	Canalización de redes de Media y Baja Presión	Hermeticidad de las redes	NTP 321.123, NTP 321.121	1 general o por sistemas	Δ 0 PSI	Manómetro	FR - GAS	Ingeniero de Calidad
ACI	Entubado de redes	Hermeticidad de las redes	NFPA 13	Según avance y 1 general	Δ 0 PSI	Manómetro	FR - ACI01	Ingeniero de Calidad
ACI	Motobomba	Prueba de rendimiento	NFPA 13, NFPA 20	1 vez	Según EETT	Propios del equipo	FR - ACI02	Ingeniero de Calidad
Instalaciones de Frio Alimentario	Entubado de redes	Presurización con nitrógeno	ASHRAE	1 general o por sistemas	A 200PSI; Δ=0 PSI	Manómetros	FR - FA01	Ingeniero de Calidad
Instalaciones de Frio Alimentario	Instalación	Vacío de la instalación	ASHRAE	2 general o por sistemas	<500 micrones	Vacuómetro	FR - FA02	Ingeniero de Calidad

## **III.1 SUELOS**

En este capítulo referido a suelos se ha preparado una guía ilustrativa en base a procedimientos sustentados en las normativas vigentes nacionales e internacionales; así como también el diseño y mejoramiento de protocolos de pruebas, quedando todo ello estandarizado con la finalidad de que su aplicación en campo permita la fluidez y el correcto desempeño del desarrollo de pruebas de aceptación. Adicionalmente estos procedimientos han sido llevados a campo con el fin de probar su eficacia, resultando exitoso. Se ha incluido también casos de No Calidad, demostrando su impacto en el costo y tiempo, todo ello detallado posteriormente. Nos enfocaremos en las pruebas de densidad de campo, considerando que este ensayo nos permite obtener la densidad del terreno obtenido de los trabajos de compactación. Según los resultados de este ensayo nos permite dar pase a los vaciados con concreto como las losas de piso. Debemos considerar que una compactación deficiente con el pasar de tiempo probablemente afecte en las estructuras de la edificación.

### **III.1.1 NORMAS APLICADAS**

NTP 339.143 -1999: Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena.

NTP 339.141 -1999: Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada.

NTP 339.127 – 1998: Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

ASTM D1556 – 64 Método de Cono de Arena

NORMA E 050 – Suelos y cimentaciones.

### **III.1.2 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

Si se tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado. NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

### **III.1.3 FRECUENCIA**

En todos los casos deberán realizarse controles en todas las capas, de un control por cada 250 m<sup>2</sup> con un mínimo de tres controles por capa, y en áreas menores (igual o menor a 25m<sup>2</sup>) se aceptará un ensayo como mínimo. Para cualquier caso el espesor a controlar será de 0.30m de espesor.

### **III.1.4 DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL SUELO EN TERRENO METODO CONO DE ARENA**

#### **III.1.4.1 Descripción**

Es necesario emplear un método para determinar la densidad o peso unitario que el suelo alcanza luego de la compactación.

Para obtener estas densidades existen los siguientes métodos en terreno:

Cono de arena

Balón de densidad

Densímetro nuclear

En este capítulo nos referiremos solamente al primero, el método del cono de arena se aplica en general a partir de la superficie del material compactado, este método se centra en la determinación del volumen de una pequeña excavación de forma cilíndrica de donde se ha retirado todo el suelo compactado (sin pérdidas de material) ya que el peso del material retirado dividido por el volumen del hueco cilíndrico nos permite determinar la densidad húmeda y determinando la humedad de esa muestra nos permiten obtener la densidad seca la cual dividida con la densidad máxima seca hallada en laboratorio nos da como resultado el grado de compactación obtenido en campo.

### **III.1.4.2 Equipo y Material**

Arena:

La arena que se utilice deberá ser limpia, seca, uniforme, no cementada, durable y que fluya libremente. Además deberá tener un coeficiente de uniformidad (D60/D10) menor que 2 y no contener partículas que queden retenidas en el tamiz de 2mm (N°10). Debe ser uniforme y preferiblemente de forma redondeada o sub-redondeada para favorecer que fluya libremente y desprovista de partículas o arena fina (menor que 0.250mm, N°60), para prevenir segregación en almacenamiento o uso, y cambios de peso unitario aparente como consecuencia de variaciones en la humedad atmosférica.

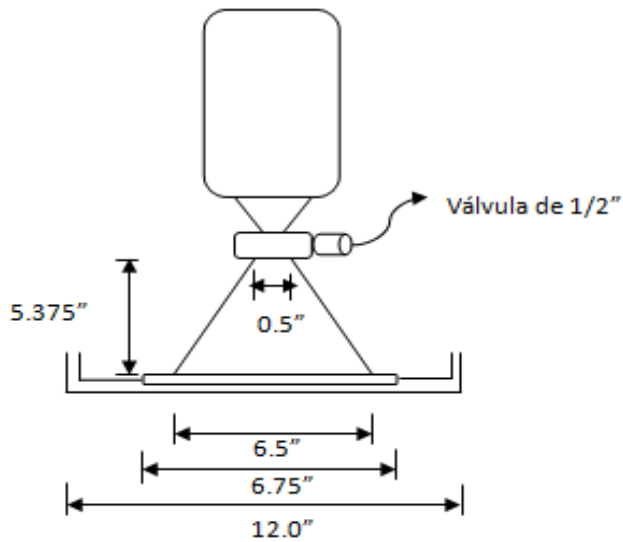
Al seleccionar una arena para ser usada, deberá hacerse, como mínimo, cinco determinaciones de peso unitario aparente de cada muestra y para que la arena sea aceptable, no deberá existir entre cada uno de los resultados individuales y el promedio una variación mayor que el 1% del promedio. Antes de usar una arena deberá secarse y dejarse luego en reposo hasta que obtenga la condición de “seca al aire”, en la zona en que va a ser usada.

Aparato del cono de arena:

El aparato del cono de arena consistirá de un frasco de aproximadamente un galón (3.785lts.) y de un dispositivo ajustable que consiste de una válvula cilíndrica con un orificio de 12.7mm (1/2”) de diámetro y que posee un pequeño embudo que continua hasta una tapa de frasco de tamaño normal en un extremo y con un embudo mayor en el otro. La válvula deberá tener topes para evitar su rotación cuando este en posición completamente abierta o completamente cerrada.

La Placa base para su uso puede hacer más difícil la nivelación y permite en el ensayo abrir agujeros de diámetro mayores y puede reducir la pérdida de suelo al pasarlo del agujero de ensayo al recipiente, así como también ofrecer una base más constante para ensayos en suelos blandos.

A continuación se muestra un esquema con las dimensiones mínimas que debe tener el equipo.



Dimensiones de Aparato de  
Cono de Arena

Balanzas:

Una balanza de capacidad de 20Kg. y sensibilidad de 5g.

Equipo para el secamiento:

Tal como se especifica en las normas:

NTP 339.127 Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

ASTM D4643 Método de secado de suelo con el uso de microondas

ASTM D4959 Método de prueba estándar para la determinación de agua (humedad) del suelo mediante calentamiento directo.

ASTM D4944 Método de prueba estándar para la determinación en campo el contenido de agua (humedad) del suelo por el probador de presión de gas de carburo de calcio.

Equipo misceláneo:

Un pico, cinceles y cucharas para excavar el agujero de ensayo, cazuela para freír de 224mm. (10") o cualquier otro recipiente adecuado para secar muestras; canastillas con tapas, sacos de lona u otros recipientes adecuados para que contengan las muestras de peso unitario y humedad o para

el peso unitario de la arena respectivamente, termómetro, pequeña brocha de pintura, cuaderno y cartera, etc.

### **III.1.4.3 Procedimiento de las Pruebas**

Este ensayo proporciona un medio para comparar las densidades secas en obras de construcción, con las obtenidas en el laboratorio. Para ello se tiene que la densidad seca obtenida en el campo se fija con base en una prueba de laboratorio. Al comparar los valores de estas densidades, se obtiene un control de la compactación, conocido como Grado de Compactación, que se define como la relación en porcentaje entre la densidad seca obtenida por el equipo en el campo y la densidad máxima correspondiente a la prueba de laboratorio.

Antes de iniciar el ensayo, se debe calibrar el equipo de densidad de campo, para de esta forma obtener la densidad de la arena calibrada y el peso de arena calibrada que queda en el cono después de ejecutar el ensayo; datos que nos sirven en la determinación de la densidad de campo.

#### **A. Procedimiento para determinar la densidad de la arena**

##### **1ER PASO: Determinar el volumen de frasco**

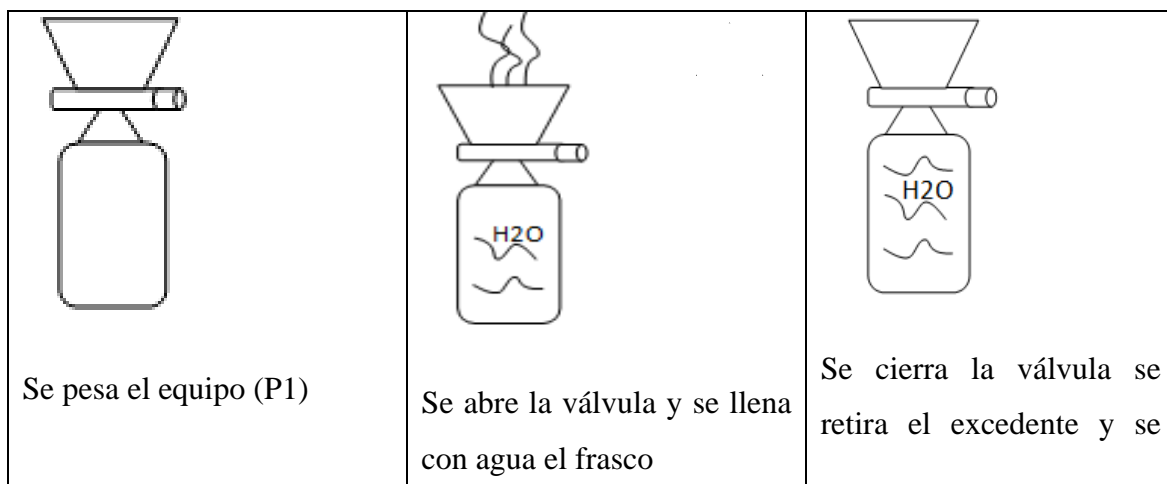
Se procede a pesar el conjunto del aparato vacío y registrar (P1), luego colocar el aparato hacia arriba, abrir la válvula y llenar el equipo con el agua hasta la válvula del recipiente, teniendo en cuenta la temperatura del agua. Cerramos la válvula y retiramos el excedente, seguidamente se procede a pesar (el equipo + el agua que llena el frasco) y se registra (P2), finalmente obtenemos el peso del agua que llena el frasco (PW) con la diferencia de P1 y P2.  $(P1 - P2)$ .

Posteriormente se procede a medir la temperatura del agua, para corregir su densidad según la temperatura, según el cuadro que se muestra a continuación:



Densidad del agua según su temperatura	
Temperatura (°C)	Densidad (grs/cm <sup>3</sup> )
8	0.9999
9	0.9998
10	0.9997
11	0.9996
12	0.9995
13	0.9994
14	0.9993
15	0.9991
16	0.9990
17	0.9988
18	0.9986
19	0.9984
20	0.9982
21	0.9980
22	0.9978
23	0.9976
24	0.9973
25	0.9971
26	0.9968
27	0.9965
28	0.9963

Finalmente hallamos el Volumen de depósito ( $V_r$ ) dividiendo el peso del agua ( $P_W$ ) entre la densidad ( $\rho_W$ ) según su temperatura:  $V_r = (P_W/\rho_W)$





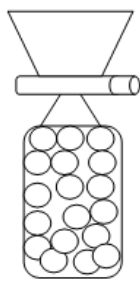
		pesa (P2)
<p><math>P2 - P1 = \text{Peso del Agua (PW)}</math></p> <p>Volumen de recipiente (<math>V_r</math>) = <math>PW/\rho_W</math></p>		

2DO PASO: Determinar el peso de la arena en el frasco

Colocar el aparato vacío hacia arriba sobre una superficie firme y a nivel, cerrar la válvula y llenar el embudo con arena. Proceder a abrir la válvula y, mantener el embudo con arena por lo menos hasta la mitad. Cerrar la válvula, y seguidamente retirar el exceso de arena. Pesar el aparato con arena (P3) y determinar el peso neto de la arena (PS) restando el peso del aparato.

Finalmente para hallar la densidad de la arena dividimos el peso de la arena (PS) entre el volumen del recipiente ( $V_r$ ).

Repetir el procedimiento 3 veces, para su aceptación la diferencia de los valores de los 5 resultados no deberá exceder de 1.0% respecto de la media aritmética de ellos.

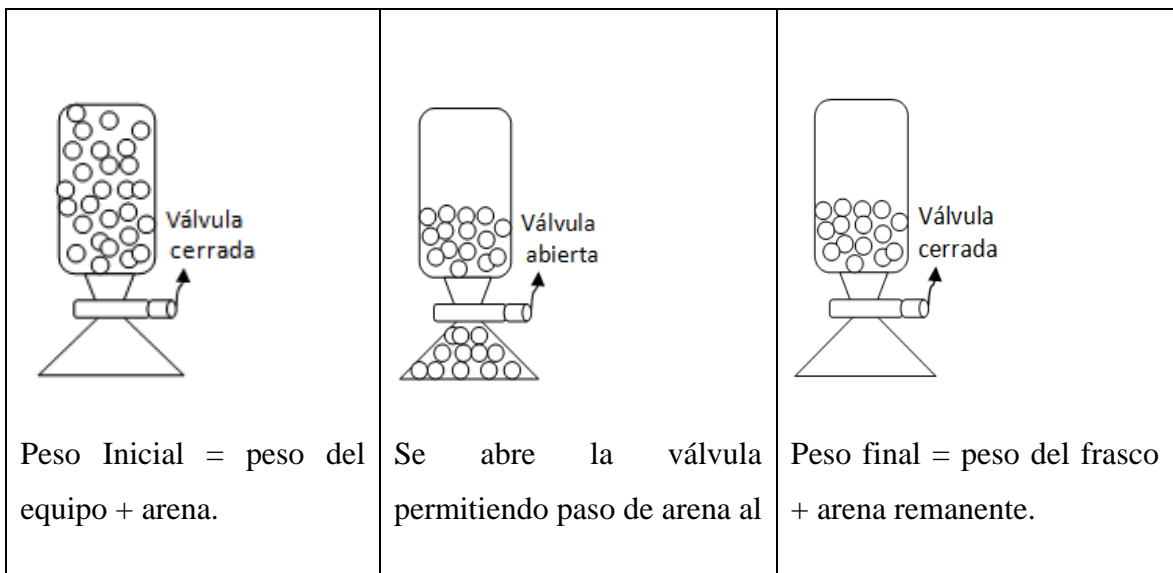
 <p>Se pesa el equipo (P1).</p>	 <p>Se abre la válvula y se llena</p>	 <p>Se cierra la válvula se retira el excedente y se pesa (P3).</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	con arena el frasco.	
<p><math>P3 - P1 = \text{Peso de la arena (PS)}</math></p> <p>Densidad de la arena (<math>\rho_S</math>) = <math>PS / V_r</math></p>		

**B. Procedimiento para determinar el peso de la arena en el Cono**

Para este procedimiento se llena el aparato con arena y se coloca en la balanza para registrar su peso inicial, luego se coloca la placa sobre una superficie plana asentando el aparato de densidad sobre la placa, se abre la válvula permitiendo el paso de arena hasta que deje de fluir, se cierra la válvula y se registra la masa del aparato mas la arena remanente (peso final). Por diferencias de pesos se determina el peso de la arena contenido en el cono.

Repetir la operación 3 veces, y para su aceptación los valores de las tres determinaciones realizadas no deberán exceder de 1,0% respecto a la media aritmética de ellas. Usar el promedio para los cálculos del ensayo.



	cono.	
<p>Peso de arena en el cono = Peso inicial – Peso final</p>		

C. Procedimiento para la determinación de la densidad del suelo en campo

Preparar el sitio de la superficie para ser ensayada de tal manera que quede en un plano a nivel, colocar la base sobre la superficie, la cual sirve como guía. Proceder a la excavación del orificio del ensayo, dentro de la base, teniendo cuidado de evitar la alteración del suelo que limita al hueco.

Todo el material extraído del agujero se coloca en una bolsa plástica y se pesa.

Para determinar el volumen del agujero, utilizamos el equipo de densidad de campo de la siguiente forma:

Se determina el peso inicial del frasco con la arena calibrada. Luego se invierte y se coloca sobre la placa, la cual está colocada en la parte superior del agujero; se abre la llave del cono, permitiendo el paso de arena.

Cuando el agujero y el cono llenos de arena, se cierra la llave y se procede a determinar el peso final del frasco y la arena contenida en él.

Por la diferencia de los pesos del frasco más la arena inicial y del frasco más la arena final, obtenemos el peso de la arena contenida en el agujero y el cono. A este valor le restamos el peso de la arena que cabe en el cono, obteniendo de esta forma el peso de la arena contenida en el agujero.

El peso de la arena dividida por su densidad obtenida en el laboratorio mediante la calibración, nos da el volumen del agujero.

Finalmente se debe determinar en el laboratorio, la densidad seca máxima y la humedad de la muestra recuperada del agujero, para de esta forma, determinar el grado de compactación.

### **III.1.5 FORMATO DE PROTOCOLO DE PRUEBA**

Con el fin de registrar todos los datos obtenidos en el procedimiento anteriormente descrito y desarrollar la prueba según la secuencia estandarizada. A continuación se anexa un protocolo de pruebas para “Ensayo de densidad de Campo”, diseñado en base al procedimiento descrito y mejorado de algunos registros existentes. En este formato se puede apreciar claramente como todos los ensayos están relacionados entre sí para la determinación del Grado de Compactación In Situ.

PROTOCOLO DE DENSIDAD IN SITU - METODO DEL CONO DE ARENA

FR-DC .....  
Correlativo N°

Obra  
Fecha  
Cliente  
Supervisión  
Contratista

Material  
Cantera  
Ubicación / zona  
Espesor de capa/cota

ITEM	VOLUMEN DEL HOYO	UNID	01	02	03	04
1	Peso de la arena + frasco	gr				
2	Peso de arena remanente + frasco	gr				
3	Peso de arena en cono	gr				
4	Peso de arena en el hoyo (1-2-3)	gr				
5	Densidad de la arena	gr/cm3				
6	Volúmen del hoyo (4/5)	cm3				
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>						
7	Peso suelo húmedo + depósito	gr				
8	Peso depósito	gr				
9	Peso del suelo húmedo neto (7-8)	gr				
10	Peso de material > 3/4"	gr				
11	Peso específico de la grava > 3/4"	gr				
12	Volúmen de la grava (10/11)	cm3				
13	Peso de material < 3/4"	gr				
14	Volúmen de material <3/4 (6-12)	cm3				
15	Densidad húmeda del suelo	gr/cm3				
16	Densidad del suelo seco (15/(1+22/100))	gr/cm3				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
17	Peso de la muestra húmeda +tarro	gr				
18	Peso de la muestra seca +tarro	gr				
19	Peso del Agua (17-18)	gr				
20	Peso del tarro	gr				
21	Peso de la muestra seca (18-20)	gr				
22	Humedad del suelo (19/21)* 100	%				
<b>PORCENTAJE DE COMPACTACION</b>						
23	Máxima densidad seca Proctor	gr/cm3				
24	Porcentaje de compactación (16/23*100)	%				
25	Compactación especificada	%				
26	Porcentaje min. de compactación esp.	%				

OBSERVACIONES: ANEXAR PLANO

CONTRATISTA		SUPERVISION	
Firma		Firma	
Nombres y apellidos:		Nombres y apellidos:	
Cargo		Cargo	
Fecha		Fecha	

### III.1.6 DESARROLLO DE LA PRUEBA EN CAMPO

El presente subcapítulo tiene por objeto ilustrar y aplicar los procedimientos definidos anteriormente llevados a campo y laboratorio para el control de calidad del relleno controlado cuyos datos han sido registrados en el protocolo correspondiente. Se ha determinado el grado de compactación en sus diferentes niveles o capas, las mismas que se establecieron en 0.30m. Cada una hasta alcanzar el nivel -0.30m., sobre la cual se colocará la sub base y la losa de concreto.

Como alcance del presente se enmarcan única y exclusivamente en la determinación del grado de compactación; para lo cual se han determinado la densidad natural con el Método de Cono de Arena, óptimo contenido de humedad, y máxima humedad seca. (Dato de laboratorio)

Como parte del trabajo en campo se determinaron las características del suelo natural extraído de las excavaciones, a emplearse en la conformación del relleno, compuesto predominante de suelo arenoso, además de suelos limoso y arcilloso, los cuales se encontraban naturalmente estratificados antes del corte. Es necesario indicar que el estrato arcilloso fue eliminado con especial cuidado, a fin de evitar su presencia con el consecuente debilitamiento del relleno a construir. Es necesario indicar también que el nivel sobre el cual construyó el relleno controlado correspondió al nivel -2.40m., y las capas fueron colocadas cada 0.30m. Y se denominó cada una de ellas como:

CAPA	MATERIAL COLOCADO	NIVEL (m)
Cero	Geomalla MacGrid EG20S MACCAFERRI	-2.40
Primera	Suelo areno limoso	-2.10
Segunda	Suelo areno limoso	-1.80
Tercera	Suelo areno limoso	-1.50
Cuarta	Suelo areno limoso	-1.20
Quinta	Suelo areno limoso	-0.90
Sexta	Suelo areno limoso	-0.60
Séptima	Suelo Granular, acopiado en obra.	-0.30

*MUESTREO:* Con referencia al Muestreo se tomaron muestras del suelo natural acumulado, las mismas que fueron identificadas y etiquetadas para su posterior análisis y ensayos en el laboratorio.

Los ensayos realizados previamente a la colocación de las capas de suelo natural, para el control de la compactación, fueron los de relación Humedad – Densidad, así como la respectiva calibración de la arena a emplearse en las pruebas de la densidad in situ.

*ENSAYO DE CAMPO:* Teniendo en cuenta que el presente trabajo está orientado a controlar la colocación de las capas de suelo natural, se consideró conveniente adoptar la siguiente nomenclatura:

Punto de control de compactación de la sub rasante C1 – “NN”, en el que C1 se refiere a la primera capa controlada y NN, el numero de prueba realizada.

Se han realizado un total de 89 ensayos en la capa de suelo natural, distribuidos aleatoriamente y de acuerdo al avance de obra.

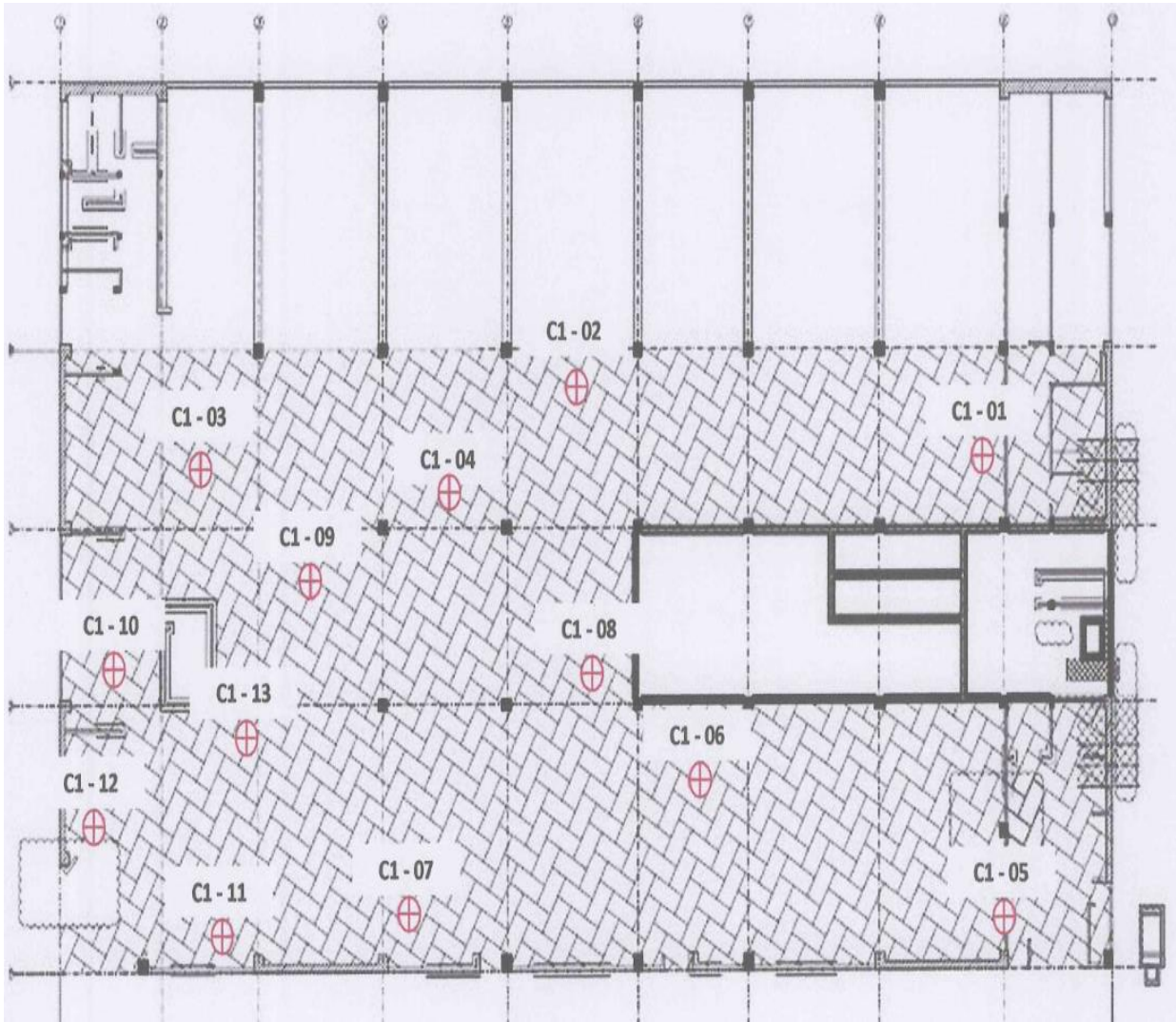
*ENSAYOS DE LABORATORIO:* Con la finalidad de determinar las características del material obtenido en campo, se han realizado los ensayos en laboratorio de ‘Determinación de contenido de humedad de un suelo NTP 339.127 1998’ y Proctor Modificado NTP 339.141 1999.

Trabajos de Gabinete: Con los datos de los controles de compactación de las capas de suelo natural y los resultados de los ensayos del laboratorio se procedió a la elaboración del informe técnico.

Considerando que lo que se desea es ilustrar de manera práctica mostraremos solo las 4 primeras pruebas realizadas en la primera capa. A continuación se puede observar un plano de planta de la zona tratada, en la cual se señalan las ubicaciones de las 13 pruebas realizadas para la primera capa, seguidamente se observa el ensayo Proctor el cual es realizado en laboratorio, dando como resultado Máxima densidad seca: 1.912 gr/cm<sup>3</sup> y óptimo contenido de humedad: 13.5%. Se anexa también el protocolo de Densidad en Campo en el cual se aprecia la toma de datos y los cálculos realizados para determinar el Volumen del hoyo, densidad seca in situ, contenido de humedad (método de secado al horno), corrección de densidad in situ y contenido de humedad, Finalmente se divide la densidad seca in situ entre la máxima densidad seca hallada en laboratorio, de esta manera podemos definir el grado de compactación en el terreno.

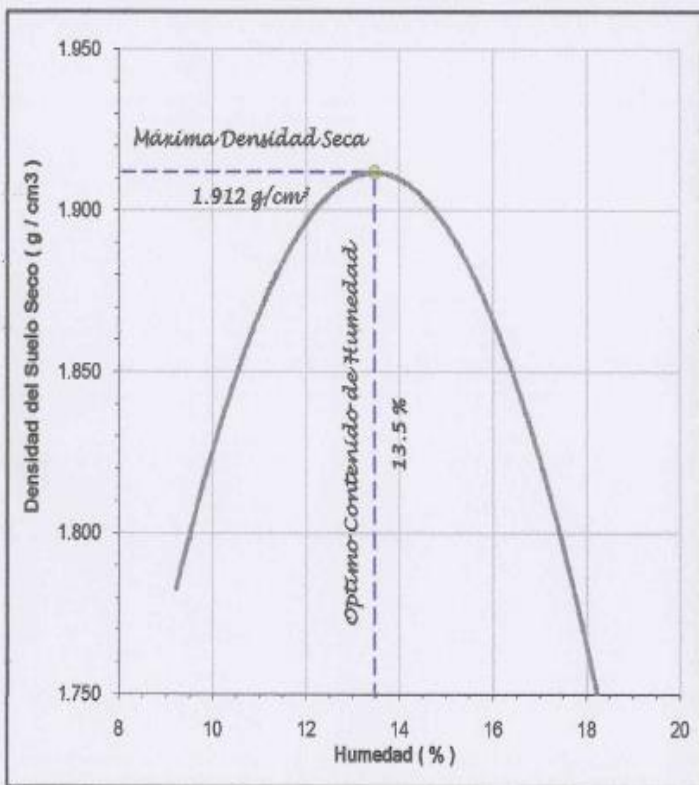
Ubicaciones de las 13 pruebas realizadas para la primera capa





## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

(ASTM D - 1557)



MUESTRA

M - 01

Método de Compactación (ASTM D 1557)		"A"
Retenido Tamiz 3/4"	(%)	-
Retenido Tamiz 3/8"	(%)	-
Retenido Tamiz N°04	(%)	-
Óptimo Contenido Humedad	(%)	13.5
Máxima Densidad Seca	(g/cm³)	1.912

  
 SAMUEL VIZCARRA LETTE  
 TÉCNICO  
 SUBS. AGRICOLAS Y MINERIAS

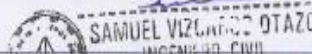
Prueba N°	1	2	3	4
-----------	---	---	---	---

Peso del Suelo Húmedo + peso del Molde	(g)	6952	7170	6933	6881
Peso del Molde	(g)	2450	2450	2450	2450
Peso del Suelo Húmedo	(g)	4502	4720	4483	4431

Recipiente N°		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-8	A-10
Peso del Suelo Húmedo + peso del Recipiente	(g)	595.4	590.4	627.3	595.3	597.0	603.3	622.6	619.4
Peso del Suelo Seco + peso del Recipiente	(g)	545.0	540.6	565.1	537.4	531.6	537.4	547.1	540.4
Peso del Agua	(g)	50.4	49.8	62.2	57.9	65.4	65.9	75.5	79.0
Peso del Recipiente	(g)	133.5	131.7	131.8	131.8	131.8	131.8	131.8	106.8
Peso del Suelo Seco	(g)	461.9	408.9	433.3	405.6	399.8	405.6	415.3	433.6
Contenido de Humedad	(%)	12.3	12.2	14.4	14.3	16.4	16.3	18.2	18.2
Contenido de Humedad Promedio	(%)	12.22		14.32		16.30		18.20	

Densidad del Suelo Húmedo	(g/cm³)	2.120	2.222	2.111	2.086
Densidad del Suelo Seco	(g/cm³)	1.889	1.944	1.815	1.765

Volumen del Molde (cm³)	2124
-------------------------	------

  
 SAMUEL VIZCARRA OTAZO  
 INGENIERO CIVIL

---

**DENSIDAD DE CAMPO (Método del cono de arena)**  
ASTM D-1556

		CONSTRUCCION DE RELLENO CONTROLADO			
CAPA CONTROLADA		PRIMERA CAPA-OESTE (Entre Ejes "B" y "C")			
PUNTO DE LA PLATAFORMA CONTROLADA		C1 - 01	C1 - 02	C1 - 03	C1 - 04
UBICACIÓN					*
PROFUNDIDAD		12.0	13.0	12.5	12.0
<b>VOLUMEN DEL HOYO :</b>					
01	- PESO DE LA ARENA + FRASCO (gr)	7120.0	7055.0	6890.0	6930.0
02	- PESO DE LA ARENA REMANENTE + FRASCO (gr)	2900.0	3075.0	2885.0	2635.0
03	- PESO DE LA ARENA EMPLEADA [ 01-02 ] (gr)	4220.0	3980.0	4105.0	4295.0
04	- PESO DE LA ARENA EN EL CONO Y PLACA (gr)	1625.0	1625.0	1625.0	1625.0
05	- PESO DE LA ARENA EN EL HOYO [ 03-04 ] (gr)	2595.0	2355.0	2480.0	2670.0
06	- DENSIDAD DE LA ARENA (gr/cm3)	1.366	1.366	1.366	1.366
07	- VOLUMEN DEL HOYO [ 05/06 ] (cm3)	1899.7	1724.0	1815.5	1954.6
<b>DENSIDAD SECA IN SITU DE LA MUESTRA TOTAL :</b>					
08	- PESO MUESTRA EXTRAIDA DEL HOYO + RECIPIENTE (gr)	4005.0	3680.0	3735.0	3970.0
09	- PESO DEL RECIPIENTE (gr)	10.0	10.0	10.0	10.0
10	- PESO MUESTRA EXTRAIDA DEL HOYO [ 08-09 ] (gr)	3995.0	3670.0	3725.0	3960.0
11	- DENSIDAD HÚMEDA IN SITU [ 10/07 ] (gr/cm3)	2.103	2.129	2.052	2.026
12	- DENSIDAD SECA IN SITU [ $11/(1+(19/100))$ ] (gr/cm3)	1.872	1.895	1.847	1.784
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA FRACCIÓN FINA (ASTM D-2216)</b>					
13	- N° DE TARRO	1	2	1	2
14	- PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + TARRO (gr)	700.0	740.0	700.0	734.0
15	- PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr)	645.0	685.0	650.0	675.0
16	- PESO DEL AGUA [ 14-15 ] (gr)	55.0	55.0	50.0	59.0
17	- PESO DEL TARRO (gr)	200.0	240.0	200.0	240.0
18	- PESO DE LA MUESTRA SECA [ 15-17 ] (gr)	445.0	445.0	450.0	435.0
19	- PORCENTAJE DE HUM. DE LA FRACCIÓN FINA [ $16/18*100$ ] (%)	12.4	12.4	11.1	13.6
20	- PORCEN. DE HUM. DE MUESTRA TOTAL [ $(28*25+29*26)/100$ ] (%)	12.4	12.4	11.1	13.6
<b>CORRECCIÓN DE LA DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-4718) :</b>					
21	- PESO DEL MATERIAL EXTRADIMENSIONADO HÚMEDO (gr)	-	-	-	-
22	- PESO DEL MATERIAL EXTRADIM. SECO [ $21/(1+(28/100))$ ] (gr)	-	-	-	-
23	- P. DEL MAT. FRACCIÓN FINA SECA [ $(11-21)/(1+19/100)$ ] (gr)	3555.5	3266.3	3352.5	3487.1
24	- PESO MUESTRA EXTRAIDA SECA [ 22+23 ] (gr)	3555.5	3266.3	3352.5	3487.1
25	- % DEL MATERIAL EXTRADIMENSIONADO [ $22/24*100$ ] (%)	-	-	-	-
26	- % DEL MATERIAL DE LA FRACCIÓN FINA [ $23/24*100$ ] (%)	100.0	100.0	100.0	100.0
27	- PESO ESPECÍFICO DEL MATERIAL EXTRADIM. (ASTM C-127)				
28	- % DE ABSORCIÓN DEL MATERIAL EXTRADIM. (ASTM C-127) (%)				
29	- % DE HUMEDAD DE LA FRACCIÓN FINA [ =19 ] (%)	12.4	12.4	11.1	13.6
30	- DENSIDAD SECA FRACCIÓN FINA [ $13*27*26/(100*27-13*25)$ ] (gr/cm3)	1.872	1.895	1.847	1.784
<b>DATOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1556)</b>					
31	- MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.912	1.912	1.912	1.912
32	- ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.5	13.5	13.5	13.5
33	- MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"C"			
<b>GRADO DE COMPACTACIÓN CORREGIDA :</b>					
34	- PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN [ $30/31*100$ ] (%)	97.9	99.1	96.6	93.3

REPORTE FOTOGRÁFICO

1.		<p>Previo al ensayo se realizó la calibración de los equipos con el fin de obtener la densidad de la arena y el peso de la arena dentro del cono.</p>
2.		<p>Una vez en campo se procedió a colocar la placa sobre la superficie y se procedió a excavar.</p>
3.		<p>Todo el material extraído del hoyo se colocó en una bolsa plástica para posteriormente determinar su peso</p>



4.



Una vez finalizada la excavación se coloca el equipo de cono de arena,

Invertido, de manera que el cono encaje sobre el agujero de la placa, luego se abrió la válvula del cono permitiendo el paso de arena, una vez que dejó de fluir se cerró la llave, procediendo a calcular los pesos y datos necesarios.

#### Evaluación de los resultados

Los valores promedio obtenidos durante el control de compactación se encuentran sobre el mínimo valor de compactación requerido (95%), con estos resultados se dio pase a la liberación de la zona para los trabajos de vaciado de concreto.

Queda demostrado que contar con procedimientos y formatos estandarizados como los que se presentan, basados en normativas nacionales e internacionales, permite guiarnos e ilustrarnos al momento de querer desarrollar un plan de calidad y aplicar los controles de aceptación para los principales sistemas y equipos; y de esta manera llegar al producto final deseado con mayor eficacia.

### **III.1.7 REPORTE DE NO CONFORMIDAD**

A continuación se anexa un reporte de No Conformidad con la finalidad de poder apreciar y demostrar claramente como un proceso de compactación no controlado a través de procedimientos establecidos y la aplicación de los ensayos mínimos correspondientes puede afectar los trabajos realizados, generando costos no considerados, retrabajos y tiempo que impacta en el cronograma. De esta manera queda demostrado que con la aplicación de los procesos y formatos estandarizados que incluye el presente trabajo, ayudaría a mitigar costos y retrasos originados de No Calidad.

Esta no conformidad se originó en la zona de almacén de textiles y locatarios de un súper mercado, se observó un asentamiento en la base para losas de piso, concluyendo que la causa de este evento fue por la falta de control en el proceso constructivo y del control de calidad para la liberación del elemento, se tomaron las acciones correctivas incluyendo los ensayos correspondientes tal como la determinación del grado de compactación, arrojando un valor superior a lo requerido (>95%).

Fecha :	REPORTE DE NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN		Página
28/11/2011			1 de 2
Proyecto	Puna	N° NC	005
Especialidad	Estructuras	N° OBS	---

Descripción de la No conformidad / Observación



Se observa asentamiento en la base para los pisos del almacén de textil y locatarios

Causa de la No Conformidad

Consecuencia de una inadecuada compactación y falta de control de calidad para estos trabajos.

Acción propuesta para el levantamiento de la no conformidad

Se realizó el siguiente procedimiento:

- Retirar todo el material asentado para ser repuesto con material nuevo con un grado de humedad óptimo y ser compactado por capas de 0.20cm
- Generar procedimiento de relleno a ser aprobado así como el material a utilizar.
- Verificar el grado de compactación mediante el ensayo de densidad de campo por el método de cono de arena.

Fecha :	REPORTE DE NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN		Página
28/11/2011			2 de 2
Proyecto	Puna	N° NC	005
Especialidad	Estructuras	N° OBS	---

Acción verificada y levantamiento de la No Conformidad / Observación

Método de verificación

Rev. Documento	X
Inspección	X



Otro	<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayos en campo y laboratorio (Se anexan ensayos)
------	-------------------------------------	-------------------------------------------------------



Ingeniero de Campo  
Contratista



Residente  
Supervisión



# CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	02/12/2011				
Capa	BASE				
Progresiva	0+000				
Lado	EJE				
Ubicación	L-M9-10				

## DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	6716			
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2386			
3	Peso de la Arena empleada gr	4330			
4	Peso de la Arena del cono gr	1716			
5	Peso de la Arena del hueco gr	2614			
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.39			
7	Volumen del hueco cc	1880.6			
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	4331			
9	Peso del Tarro gr	0			
10	Peso del Suelo + Grava gr	4331			
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	1093			
12	% Grava 3/4" gr	25.2			
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.54			
14	Volumen de la grava cc	430.3			
15	Peso del suelo gr	3238			
16	Volumen del suelo cc	1450.3			
17	Densidad húmeda gr/cc	2.23			
18	Contenido de humedad %	6			
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.14			
20	Optimo Contenido de humedad %	8.5			
21	Densidad seca gr/cc	2.11			
22	% COMPACTACION	98.4			

<p style="text-align: center;">Tec. control de calidad:</p> <p>Firma: </p> <p style="text-align: center;">LABO ROBERTO MAMMARI CONTROL DE CALIDAD N.º 1000 - PUNO</p> <p style="text-align: right;">05 D 12 M 11</p>	<p style="text-align: center;">Ing. control de calidad:</p> <p>Firma: </p> <p style="text-align: center;">ING. JOSÉ GONZALES ALVARADO CONTROL DE CALIDAD</p> <p style="text-align: right;">06 D 12 M 11</p>	<p style="text-align: center;">Ing./Residente</p> <p>Firma: </p> <p style="text-align: center;">WILIAN CHANT</p> <p style="text-align: right;">07 D 12 M 11</p>	<p style="text-align: center;">Vº de Supervisión</p> <p>Firma: </p> <p style="text-align: center;">ANGEL YESNES A.</p> <p style="text-align: right;">02 D 12 M 11</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## **III.2 ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

En este capítulo referido a las Estructuras mencionaremos algunos de los procesos y pruebas con mayor relevancia aplicados a las obras de tipo Retail.

### **III.2.1 CONTROL DE CONCRETO**

#### **III.2.1.1 DESCRIPCIÓN**

Para toda obra de construcción se requiere que el concreto cumpla con ciertas propiedades las cuales están sujetas a una gran cantidad de variables como lo son los materiales que lo constituyen, el procedimiento de producción, transporte y colocación; por esta razón el control de calidad y los ensayos de laboratorio son parte indispensable del proceso constructivo con la finalidad de garantizar que se cumpla con las especificaciones definidas.

Entre los ensayos principales que mencionaremos en este capítulo son los siguientes:

Asentamiento

Muestreo

Ensayos de resistencia

#### **III.2.1.2 NORMAS DE APLICADAS**

ASTM C143 Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico.

ASTM C172 Muestreo de Concreto fresco.

ASTM C31 Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra.

ASTM C94 Especificación Normalizada para Concreto Premezclado.

NTP 339.033: 2009 HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.

NTP 339.034: 2008 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

NTP 339.035: 2009 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

NTP 339.036: 2011 CONCRETO. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco.

RNE E-060 CONCRETO ARMADO

### **III.2.1.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

#### **A. Proceso de Colocación**

Una vez que el concreto ha sido aprobado para su colocación, se debe tener mucho cuidado en la etapa constructiva, pues su colocación, compactación y curado, son muy importantes para que el concreto endurecido cumpla con todos los requisitos establecidos. La colocación debe hacerse de tal manera que el concreto fluya hasta descansar en la cimbra sin dejarlo caer o que golpee las paredes de la cimbra. La colocación se puede hacer con la ayuda de carretillas y palas, por medio de botes, por medio de bandas transportadoras, por medio de bombeo y en muchos casos se emplean vertedores especiales que evitan la caída directa del concreto. La colocación debe hacerse por capas, en espesores de 15 a 30 cm en concreto reforzado, con el objeto de dar tiempo a compactar bien el concreto alrededor de las varillas, en concretos con poco refuerzo las capas pueden ser hasta de 60 cm de altura. Cada capa de concreto debe ser perfectamente compactada por medio de vibradores, la eficiencia de los vibradores depende de las características mecánicas de estos aparatos y de la manera en que el operador los trabaje.

#### **B. Proceso de Compactación**

La compactación no es más que el apisonamiento del concreto y puede ser elaborado de forma manual o mecánicamente, para eliminar el aire atrapado en la mezcla y además ayudar al

concreto a amoldarse a los diferentes encofrados y así evitar lo que comúnmente llamamos cangrejeras.

Estos vacíos en la masa provienen de varias causas, de las cuales las dos más importantes son el llamado aire atrapado, y por la evaporación del agua de amasado.

El objeto de este proceso es eliminar la mayor cantidad posible de aire; lo ideal es reducirlo a menos del 1 %, (por supuesto, esto no procede cuando hay inclusión deliberada de aire, pero en este caso, el aire es estable y está distribuido uniformemente.)

Es importante extraer este aire atrapado (vacíos) por las siguientes razones:

Los vacíos reducen la resistencia del concreto. Por cada 1 % de aire atrapado, la resistencia se reduce en un 5 ó 6 %.

Los vacíos incrementan la permeabilidad que, a su vez, reduce la durabilidad. Si el concreto no es compacto e impermeable, no será resistente al agua, ni capaz de soportar líquidos más agresivos, además de que cualquier superficie expuesta sufrirá más los efectos de la intemperie y aumentará la probabilidad de que la humedad y el aire lleguen al acero de refuerzo y causen corrosión.

Los vacíos reducen el contacto entre el concreto y el acero de refuerzos y otros metales ahogados; por lo que no se obtendrá la adherencia requerida y el elemento reforzado no será resistente como debiera.

Los vacíos producen defectos visibles, como cavidades y alveolado en las superficies trabajadas.

Tipos de Compactación:

Compactación Manual

Compactación por vibrado

Compactación Manual

Se efectúa con barras o pisones. Con ellos se golpea verticalmente el concreto, penetrándolo si es con barra o aplastándolo si es con pisón. El grado de compactación que se obtiene con la barra no

es elevado, por la condición del material de ser prácticamente inconfinado ante las desproporción de la separación de las paredes del encofrado y el calibre de la barra golpeadora.

### Compactación por vibrado

La compactación manual dio paso a la compactación por vibrado, donde se aprovecha la condición tixotrópica del concreto en **estado** fresco, mediante cual se hace menos viscoso cuando está en **movimiento** y se atiesa al quedar en reposo.

La masa del concreto se hace vibrar, con lo cual el material se fluidifica y permite su acomodo al molde, envolviendo las armaduras. Se expulsa gran cantidad del aire atrapado, se hacen subir a la superficie parte del agua con funciones de lubricación y se unifica la masa eliminando vacuolas y planos de contacto.

La vibración se puede producir por varios procedimientos:

Vibrado interno, por medio de vibraciones de inmersión, o pre-vibradores.

Vibrado externo, por medio de vibradores de contacto con el encofrado.

Vibrado por el uso de mesas vibratoras.

Vibrado superficial.

El vibrado del concreto por cualquiera de estos métodos permite alcanzar una mayor compactación del material que la que se lograría con cualquier **procedimiento** manual.

Vibrado interno, por medio de vibraciones de inmersión, o pre-vibradores.

Es el **proceso** más utilizado. Se lleva a cabo introduciendo en la masa un vibrador, que consiste en un tubo, de diámetro externo variado entre los 4 cm y los 10 cm, dentro del cual una masa excéntrica gira alrededor de un eje.

En un momento de este proceso, que es relativamente rápido, se produce un flujo de agua y cemento hacia la superficie, que adquiere una apariencia acuosa y brillantada. Ese momento se

toma como indicación práctica de que la masa logró la densificación esperada en esa zona, y se debe proceder a extraer el vibrador lentamente del lugar, y trasladarlo a la zona contigua.

El vibrador deberá insertarse en posición vertical dentro de la capa recién vaciada, en puntos formando una cuadrícula hipotética, separados entre sí como una y media vez el radio de acción del vibrador, lo cual genera, en las áreas perimetrales de esas zonas de influencia, una doble vibración.

El tiempo que debe permanecer el vibrador sumergido en cada punto se determina en la práctica mediante la **observación** directa de la superficie en las cercanías del punto de penetración. Cuando cese el escape de burbujas de aire y aparezca una costra acuosa y brillante, se debe retirar el vibrador. Cuando se introduce el vibrador se debe llevar rápidamente hacia el fondo, para evitar que compacte la zona superior y se impida la salida de las burbujas de abajo.

Al concreto no le conviene la falta de vibración ni el exceso. En el primer caso le pueden quedar a la masa demasiados vacíos, no eliminados. Estos vacíos significan puntos sin resistencia **mecánica** y con **riesgo** de penetración de agentes agresivos. Si se genera un exceso de vibración en una zona, se corre riesgo de producir segregación, haciendo que los grandes gruesos se vayan hacia el fondo y que los finos y el cemento queden sobrenadando en la superficie.

La frecuencia a la cual trabaja un vibrador es, a menudo, un factor importante. Para **materiales** fluidos o de granulometrías finas son preferibles las altas frecuencias, mientras que las bajas son recomendables a los materiales gruesos.

El espesor de las capas a vibrar dependerá de la **geometría** del elemento y de las características del vibrador. Se recomienda entre 30 y 45 cm. En caso de que el elemento sea profundo y deba ser vaciados en dos o más capas, el vibrar la segunda en vibrador debe haber penetrado en la capa inferior unos 10 a 15 cm, con lo que se trata de evitar una simple superposición de una capa sobre la otra, fundiendo en una sola masa las superficies de contacto. Esto exige una cierta celeridad en el proceso de vibrado ya que la capa inferior debe estar fresca todavía para que se pueda producir esa **fusión**.

La práctica de arrastrar el vibrador para acarrear material de una zona a otra, lo que genera es segregación de la mezcla. La colocación del vibrador en contacto con alguna de las barras

metálicas de la armadura es cierto que transmite la vibración a lo largo del refuerzo, pero en las zonas ya vibradas esa sacudida tardía lo que hace es aislar la barra y restarle adherencia al mortero.

### C. Proceso de Curado

El curado es el mantenimiento adecuado del contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas con el fin de que desarrolle las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla. Este proceso empieza inmediatamente después del vaciado y acabado; de manera que el concreto pueda desarrollar la resistencia y durabilidad deseada.

La temperatura es un factor importante, basándose en la velocidad de hidratación y por lo tanto el desarrollo de resistencias es mayor a más altas temperaturas, generalmente se considera mantener una temperatura por encima de los 10°C, Además debe mantenerse una temperatura constante en la sección del concreto evitando grietas por choque térmico.

Para mantener húmedo el concreto se recomienda emplear mantas o esteras de yute o algodón humedecidas con una manguera o un aspersor, siempre controlando de mantenerlas húmedas.

Otro método de humedecimiento es la aspersion con agua de forma continua, esto es adecuado si la temperatura del ambiente está por encima de la congelación. No se considera una práctica aceptable de curado si el concreto se seca entre humedecimientos.

Para climas fríos y calientes no permitir que el concreto se enfríe más de 3°C por hora durante las primeras 24 horas. Se debe proteger el concreto contra los cambios rápidos de temperatura.

## **III.2.1.4 ENSAYOS DE ACEPTACIÓN**

### **III.2.1.4.A ENSAYO DE CONSISTENCIA DE CONCRETO - SLUMP**

El ensayo de consistencia del concreto, o “slump test”, sirve para evaluar su capacidad para adaptarse con facilidad al encofrado que lo va a contener.

#### **a. Equipo**



Molde: De forma cónica, cuyo espesor deberá ser de 1.5 mm, el material deberá de ser de metal no atacable por el concreto. Sus dimensiones deben ser las siguientes: Diámetro mayor debe medir 200mm (8”), el diámetro menor 100mm (4”), y la altura 300mm (12”); la tolerancia para estas dimensiones son de +/-3mm. Las paredes del interior del cono deben ser lisas, y el quipo poseer agarraderas.

Varilla: Deberá ser cilíndrica de acero liso de diámetro 10mm (5/8”), la longitud deberá medir 600mm y por lo menos uno de sus extremos debe ser redondeado.

Instrumento metálico: Deberá ser de por lo menos 300mm.

Cucharón metálico: Deberá ser de tamaño apropiado para la correcta colocación del material en el molde.

## **b. Procedimiento**

Obtener una muestra al azar, sin tener en cuenta la aparente calidad del concreto.

Colocar el molde limpio y humedecido sobre una superficie plana y humedecida, pisando las aletas del molde.

Verter una capa de concreto hasta un tercio del volumen (70 mm de altura) y apisonar con la varilla lisa uniformemente, contando 25 golpes.

Verter una segunda capa de concreto (160 mm de altura) y nuevamente apisonar con la varilla lisa uniformemente, contando 25 golpes. Los golpes en esta capa deben llegar hasta la capa anterior.

Verter una tercera capa (en exceso) y repetir el procedimiento, siempre teniendo cuidado en que los golpes lleguen a la capa anterior. Enrasar el molde con la varilla lisa. Desde el inicio del procedimiento, hasta este punto no deben de haber pasado más de 2.5 minutos. Es permitido dar un pequeño golpe al molde con la varilla para que se produzca la separación del pastón.

Pasar a retirar el molde con mucho cuidado, levantando vertical y uniformemente entre 3 a 7seg (5+/-2seg).

Colocar el molde invertido al lado del pastón, y colocar la varilla sobre éste para poder determinar la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la cara libre del cono deformado.

### c. Criterios de Aceptación

Según la ASTM C94, A menos que sean incluidas otras tolerancias en las especificaciones sugeridas, considerar lo siguiente:

Cuando las especificaciones sugeridas para el Slump estén escritas como requerimiento “máximo” o que no “exceda”:

Tolerancia	Slump especificado	
	3" (76mm) ó menos	Más de 3" (76mm)
Tolerancia Adicional	0	0
Tolerancia Negativa	1 ½"	2 ½" (63mm)

Esta opción está para ser usada sólo si una adición de agua es permitida vigilando que tal adición no incremente la relación agua-cemento sobre el máximo permitido por la especificación.

Cuando las especificaciones sugeridas para el slump no estén escritas como requerimiento “máximo” o que no “exceda”.

Tolerancia para el Slump Nominal	
Para slump especificado de:	Tolerancia
2" (51mm) y menos	+/- ½" (13mm)
Más de 2" y hasta 4" (51 –	+/- 1" (25mm)

102mm)	
Más de 4" (102mm)	+/- 1 1/2" (38mm)

Clasificación de tipos de asentamiento:

Se distinguen 03 tipos de asientos característicos del pastón al retirar el molde:

“Normal”, obtenido con mezclas bien dosificadas y un adecuado contenido de agua. El concreto no sufre grandes deformaciones ni hay separación de elementos.

“De corte”, obtenido cuando hay exceso de agua y la pasta que cubre los agregados pierde su poder de aglutinar. Puede que no se observe gran asentamiento, pero si se puede observar corte en la muestra.

“Fluido”, cuando la mezcla se desmorona completamente.

Cuando el asentamiento no es el “normal”, la prueba debe considerarse sin valor. Este ensayo no es aplicable para las siguientes condiciones:

Para concretos de alta resistencia, sin asentamiento.

Para concretos con contenido de agregado grueso mayor de 37.5mm (1.5”).

#### **d. REALIZACIÓN DE LA PRUEBA EN CAMPO**

Verificación del equipo empleado

Se verificó la medida del molde a emplear siendo el diámetro menor de 100mm, el mayor de 200mm y la altura de 300mm.

Se verificó que la varilla sea de fierro liso con punta redondeada, con la ayuda de una wincha se verificó las dimensiones de siendo diámetro 16mm (5/8”) y longitud 60 cm., siendo conforme según los requerimientos normativos.

### Consideraciones previas a la prueba

Se verificó que el equipo a emplear sea el requerido por la norma,

Se verificó que el tamaño máximo de agregado grueso no exceda los 1 1/2", siendo éste de 1/2".

Se humedeció el molde.

### Desarrollo de la Prueba

Se tomó una muestra del mixer para la realización del ensayo de Slump y así poder verificar su asentamiento según los requerimientos (slump de 4" a 6"), el técnico procedió a colocar el cono de Abrams sobre una superficie plana y estable pisando las aletas del cono, posteriormente con la ayuda de una espátula procedió a llenar el cono con concreto aproximadamente a un tercio del mismo, terminada la primera capa y empleando la varilla realizó la compactación con 25 golpes, seguidamente realizó los mismos pasos para la segunda y tercera capa, al finalizar la tercera capa dio el acabado final con la espátula y procedió a levantar cuidadosamente el cono, cuya duración fue de 5 segundos, finalmente colocó el cono invertido al lado del pastón y midió con una wincha la diferencia de altura (asentamiento) siendo 4 1/2", cuyo valor fue aceptado dando la conformidad del material para su uso. Todos los datos fueron registrados en el protocolo de control de concreto.

ENSAYO SLUMP
Duración de la prueba: 2min.
F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>
Tamaño máximo de agregado grueso: 1/2"
Slump requerido: 4"-6"
Tolerancia máxima: 1 1/2"
Volumen de vaciado: 20.6m <sup>3</sup>

## REPORTE FOTOGRÁFICO



(a)

1.



(b)

Previo a la prueba se procedió a verificar las dimensiones de los equipos.

Medición de la varilla :

Longitud: 600 mm

Diámetro: 16 mm

Medición del molde :

Diámetro menor: 100mm

Diámetro mayor: 200mm

Altura: 300 mm

Se concluyó que los equipos cumplen con las dimensiones requeridas según la norma NTP 339.035

2.		<p>Una vez llegada la mezcladora a obra, se procedió a tomar una muestra para el ensayo Slump con el fin de verificar sus parámetros y proceder a dar la conformidad del concreto para su uso. Se colocó el molde humedecido sobre una superficie firme pisando las aletas.</p>
3.		<p>Se llenó el cono con tres capas iguales de concreto, apisonándolas con la varilla con 25 golpes cada una, terminada la última capa se enrasó con la espátula y se dio un golpe al molde con la varilla.</p>
4.		<p>Se procedió a retirar el molde cuidadosamente, cuya duración fue</p>

		<p>de 5 segundos.</p>
<p>5.</p>		<p>Se colocó el molde invertido al lado del pastón, y con una wincha se procedió a medir el asentamiento, el valor fue de 4 1/2" cumpliendo los criterios de aceptación.</p>
<p>Evaluación de los resultados</p>		
<p>El Asentamiento medido en campo (4 1/2") está dentro de los rangos requeridos (4"-6"), se da conformidad para el uso del concreto en campo.</p>		

III.2.1.4.B MUESTREO DE PROBETAS CILINDRICAS Y RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESIÓN

Este capítulo contempla los procedimientos necesarios para preparar y curar probetas cilíndricas de concreto compactadas mediante varillado y que además contengan mezclas con agregado grueso de 2" como tamaño máximo.

#### **a. Frecuencia de Ensayos**

Según el RNE las muestras para ensayos de resistencia en compresión de cada clase de concreto colocado cada día deberán ser tomadas:

No menos de una muestra por día.

No menos de una muestra de ensayo por cada 50 m<sup>3</sup> de concreto colocado.

No menos de una muestra de ensayo por cada 300 m<sup>2</sup> de área superficial para losas o veredas.

Para el caso de concreto premezclado no deberá tomarse menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones. La muestra deberá tomarse de la mitad de vaciado ya que se considera que la mezcla es más representativa.

En elementos que no resistan fuerzas de sismo si el volumen total de concreto de una clase dada es menor de 40 m<sup>3</sup>, el Supervisor podrá disponer la supresión de los ensayo de resistencia en compresión si, a su juicio, está garantizada la calidad de concreto.

Las muestras deben ser obtenidas al azar, por un método adecuado y sin tener en cuenta la aparente calidad del concreto.

#### **b. Equipo**

Moldes: Deben ser de acero, hierro forjado, PVC u otro material no absorbente y que no reaccione con el cemento. Antes de usarse los moldes deben ser cubiertos ligeramente con aceite mineral o un agente separador de encofrado no reactivo.

Varilla compactadora: debe ser de fierro liso, con una de sus extremos boleados y con dimensiones según la tabla siguiente:



Diámetro del cilindro o ancho de la viga, mm	Dimensiones	
	Diámetro mm	Longitud de la varilla mm
<150	10	300
150	16	500
225	16	650
Tolerancia en longitud +/- 100mm. Tolerancia en el diámetro +/- 2mm		

Tabla1 NTP 339.033

Martillo: Debe usarse un martillo de goma que pese entre 0.60 kg +/- 0.20 Kg.

Equipo adicional: Pala, badilejo, plancha de metal y depósito que contenga el íntegro de la mezcla a colocar en la probeta (una carretilla de obra cumple este requerimiento).

### c. Procedimiento de preparación de probetas cilíndricas

Previo a la preparación de probetas definir el método a usar: varillado o vibración según la tabla que se muestra a continuación:

Asentamiento, mm	Método de Consolidación
$\geq 25$	Apisonado o vibración
$< 25$	Vibración

Tabla 2 NTP 339.033

Para el método por varillado:

Colocar el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración.

Colocar el concreto en el interior del molde, depositándolo con cuidado alrededor del borde para asegurar la correcta distribución del concreto y una segregación mínima.

Llenar el molde en capas según la tabla 3 – NTP 339.033 de igual volumen. En la última capa agregar la cantidad de concreto suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación. Ajustar el sobrante o faltante de concreto con una porción de mezcla y completar el número de golpes faltantes. Cada capa se debe compactar con un número de penetraciones según la tabla 3 – NTP 339.033, distribuyéndolas uniformemente en forma de espiral y terminando en el centro. La capa inferior se compacta en todo su espesor; la segunda y tercera capa se compacta penetrando no más de 1” en la capa anterior.

Tipo de espécimen y tamaño Cilindro: diámetro, mm	Número de capas de igual altura	Número de golpes por capa
100	2	25
150	3	25
225	4	50

Tabla 3 – NTP 339.033

Después de compactar cada capa golpear a los lados del molde ligeramente de 10 a 15 veces con el mazo de goma para liberar las burbujas de aire que puedan estar atrapadas (es usual dar pequeños golpes con la varilla de fierro en caso de no contar con el mazo de goma).

Enrasar el exceso de concreto con la varilla de compactación y completar con una llana metálica para mejorar el acabado superior. Debe darse el menor número de pasadas para obtener una superficie lisa y acabada.

Identificar los especímenes con la información correcta respecto a la fecha, tipo de mezcla, elemento y ubicación. Proteger adecuadamente la cara descubierta de los moldes con telas humedecidas ó películas plásticas para evitar la pérdida de agua por evaporación.

Después de elaboradas las probetas, almacenarlas lo más cerca posible a la estructura. Proporcionar al cilindro la misma temperatura y humedad que tiene la estructura trabajada.

Ensayar el espécimen en las condiciones de humedad resultantes del tratamiento de curado especificado. Para cumplir estas condiciones, los especímenes hechos con el propósito de determinar, cuando una estructura es capaz de ser puesta en servicio, deben ser removidos de los moldes al mismo tiempo que se retiran las formaletas de encofrado de la estructura.

Nota: para el curado del concreto estructural ligero, se deben curar los cilindros, de acuerdo con ASTM C330.

#### **d. Criterios de Aceptación**

Según RNE 060 un ensayo de resistencia es el promedio debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días, si se requieren resultados a otra edad ésta debe indicarse en los planos y especificaciones del proyecto.

Considerar que la diferencia entre dos probetas hermanas curadas en obra no debe ser mayor al 8%, de lo contrario proceder a evaluar.

Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mejorarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en obra a la edad de ensayo establecida para determinar  $f'_c$ , sea inferior al 85% de la resistencia de los cilindros correspondientes curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la obra exceda a  $f'_c$  en más de 3.5 MPa. Si se confirma la posibilidad que el concreto sea de baja resistencia y los cálculos indican que la capacidad de carga se redujo significativamente, deben permitirse ensayos de núcleos, los cuales se deben considerar estructuralmente adecuados si el promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85% de  $f'_c$  y ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75% de  $f'_c$ , de lo contrario extraer núcleos adicionales y evaluar.

#### **e. REALIZACIÓN DE LA PRUEBA EN CAMPO**

Verificación del equipo empleado

Se verificó las dimensiones de las probetas, estas fueron de 15 cm de diámetro x 30 cm de alto. Se empleó la misma varilla de compactación usada en la prueba del slump, según las dimensiones del molde a usar la norma requiere una varilla lisa de 16mm de diámetro por 50cm de largo, sin

embargo la varilla usada en el ensayo slump tiene una longitud de 60cm, cuya diferencia fue de 10cm estando dentro de la tolerancia, aceptando así la varilla para el uso de muestreo.

#### Consideraciones previas a la prueba

Una vez verificado el equipo para el muestreo, se procedió a embadurnar el interior de los moldes con aceite mineral.

#### Desarrollo de la Prueba

Se escogió al azar una carretilla con concreto, seguidamente se procedió a llenar la primera capa con concreto, luego con ayuda de la varilla se comenzó a compactar con 25 golpes en forma de espiral, se repitieron los pasos para la segunda y tercera capa, al finalizar la tercera capa se enrasó y se le dieron unos pequeños golpes al molde con la varilla, finalmente se etiquetó cada muestra con los datos requeridos.

#### Muestreo de Probetas Cilíndricas

Duración de la prueba: 10 min.

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Tamaño máximo de agregado grueso: ½”

Slump medido en campo: 4 ½”

Volumen de vaciado: 20.6m<sup>3</sup>

#### DESARROLLO DE LA PRUEBA

1.		<p>Se colocaron los moldes de dimensiones de 15 x 30 cm. sobre una superficie plana y firme previamente engrasados.</p>
2.		<p>Con la ayuda de un cucharón se procedió a llenar el molde hasta un tercio de su altura.</p>
3.		<p>Con la barra compactadora se realizaron 25 compactaciones en forma de espiral. Para la segunda y tercera capa se</p>

		<p>realizaron los mismos pasos.</p>
<p>4.</p>		<p>En la tercera capa se enrazó y se le dio el acabado final.</p>
<p>5.</p>		<p>Con la varilla se le dio pequeños golpes al molde con el fin de liberar el exceso de aire que pudiera quedar atrapado. Finalmente se</p>



etiquetó cada probeta con los datos correspondientes.

### RESULTADO DE ENSAYOS

Las probetas cuya fecha de obtención fue el 12/09/12, fueron enviadas a ensayarse el 25/09/2012, teniendo como resultado individual 238 y 248 kg/cm<sup>2</sup>, y cuyo resultado promedio es de 243kg/cm<sup>2</sup>, siendo superior a lo requerido.

## INFORME

Del : Laboratorio N° 1 : Ensayo de Materiales  
 A : MASTERWALL S.A.  
 Obra : DECK PLAZA VEA BOLICHERA  
 Ubicación : AV. TOMAS MARSANO A 5000  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
 Expediente N° : 12-2907  
 Recibo N° : 0093058  
 Fecha de Emisión : 15/10/12

**1.0 DE LA MUESTRA** : Probetas de concreto cilíndricas

**2.0 DEL EQUIPO** : Prensa marca TINIUS OLSEN N° 52873-1  
 SNM Certificado de Calibración LFP - 357 - 2012

**3.0 RESULTADOS**

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	AREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm²)
1	SZ - ASC - EJE 18 SZ - Z E4 - EJE 21 / EJE 22	31/08/2012	25/09/2012	177	17,000	96
2	SZ - ASC - EJE 18 SZ - Z E4 - EJE 21 / EJE 22	31/08/2012	25/09/2012	174	16,800	97
3	ZE - 16	03/09/2012	25/09/2012	172	45,300	263
4	ZE - 16	03/09/2012	25/09/2012	172	40,200	234
5	SZ - EJE G / EJE 22- 24	10/09/2012	25/09/2012	172	16,000	93
6	SZ - EJE G / EJE 22- 24	10/09/2012	25/09/2012	172	15,300	89
7	ZAPATAS EJE 16 / EJE H EJE 17 / EJE J-H EJE 17 / EJE I	11/09/2012	25/09/2012	177	36,200	205
8	ZAPATAS EJE 16 / EJE H EJE 17 / EJE I	11/09/2012	25/09/2012	172	41,300	241
9	ZAPATAS EJE 19-20 EJES H-I-J VE - G : EJE J / 18-19 ZAPATAS EJE 19-20	12/09/2012	25/09/2012	172	42,700	248
10	EJES H-I-J VE - G : EJE J / 18-19	12/09/2012	25/09/2012	172	41,000	238
11	CALZADILLA ROTANDO Fc: 80 Kg/m²	13/09/2012	25/09/2012	172	12,500	76
12	LOSA MACIZA EJE 17-18 / J H COLUMNAS EJE J'8	13/09/2012	25/09/2012	174	45,300	260

**4.0 OBSERVACIONES :** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

Hecho por: Lic. Basurto  
 Técnico: T.M.T./C.R.

Yza.

NOTA : Una vez entregado el Informe no se podrá efectuar modificación alguna.

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
 Telefax: (511) 381-3343, Central Telefónica: (511) 481-1070 Anexos: 306



## CONCLUSIONES

El proceso de muestreo de probetas de concreto fue realizado según los parámetros normativos, luego fueron desencofradas y sometidas al proceso de curado y finalmente llevadas al laboratorio para someterlas al ensayo de resistencia por compresión, cuyos resultados fueron aceptables.



Con la aplicación de los procedimientos de control de concreto anteriormente desarrollados queda demostrado que contar con procedimientos y formatos estandarizados como los que se presentan, basados en normativas nacionales e internacionales, permite guiarnos e ilustrarnos al momento de querer desarrollar un plan de calidad y aplicar los controles de aceptación para los principales sistemas y equipos; y de esta manera llegar al producto final deseado.

### **III.2.1.5 FORMATO DE PROTOCOLOS DE PRUEBA**

Según los procesos constructivos, las pruebas y ensayos detallados en este capítulo se han sintetizado en el protocolo de verificación del concreto en obra. Este protocolo tiene como alcance la verificación pre, durante y post vaciado del concreto, así como también las pruebas de concreto fresco, el diseño de este registro se detalla a continuación:



### III.2.1.6 REPORTE DE NO CONFORMIDADES

Las No conformidades son generadas ante un incumplimiento en el alcance, costo, tiempo o calidad, las cuales son registradas para su evaluación y tomar acciones correctivas. A continuación se muestran casos de No conformidades debido a la falta de un control de calidad adecuado, afectando directamente al costo debido a trabajos no contemplados por reparaciones y realización de nuevos ensayos; así como también retrasos en el cronograma por el empleo de recursos asignados a la realización de otras actividades ya programadas. Quedando así demostrado que aplicar un control de calidad en obra como lo propone el presente manual ayuda a evitar costos y retrasos originados de No Calidad.

#### Caso A

En el primer caso se puede observar en estos registros cómo una mala práctica puede conllevar a afectar una estructura (en este caso fue uno de los muros de la cisterna), originado no solo cangrejeras si no también defectos de magnitud como discontinuidad de masa de concreto a lo largo del elemento. A continuación se describe la No Conformidad su acción correctiva para este caso. (VER ANEXO A)

#### Caso B

En el segundo caso se puede apreciar la falta de control de curado a las probetas de concreto de obra, restándole así confiabilidad en sus resultados, considerando que un inadecuado proceso de curado podría restarle resistencia al material. (VER ANEXO B)

#### Caso C

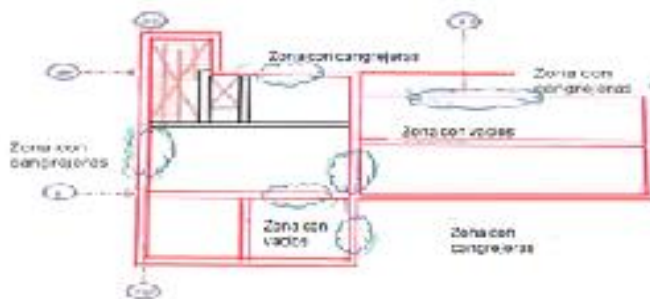
Para el tercer caso se observó irregularidades en el cuadro de control de resultados de ensayos de resistencia a la compresión, estas irregularidades fueron el porcentaje de diferencia entre muestras pares (mayor al 8%), edades no ensayadas a 07 y 28 días, y en algunos casos solo se tiene una probeta para cada muestra y no dos según lo requerido para el cálculo del promedio de la resistencia alcanzada a una determinada edad, no permitiendo así llegar a resultados concluyentes. (VER ANEXO C)

ELEMENTO	Prensa	serie	f. obtención	f. ensayo	edad	resistencia (Kg/cm2)	diferencia %	diferencia CILINDROS	promedio resistencia	porcentaje resistencia
cimiento corte 5-6(cist) muro de contencion - sector 2	TINUS OLSEN	52873-1	20-jul	28-ago	39	222	100.00%	evaluar	evaluar	faltante
	TINUS OLSEN	52873-1			0					
losa maciza sector 2	TINUS OLSEN	52873-1	20-jul	28-ago	39	182	100.00%	evaluar	evaluar	faltante
	TINUS OLSEN	52873-1			0					
losa maciza sectores 12,13 tramo 2	TINUS OLSEN	52873-1	20-ago	28-ago	8	238	0.85%	aceptable	237	113%
losa maciza sectores 12,13 tramo 2	TINUS OLSEN	52873-1	20-ago	28-ago	8	236				
losa maciza sector 5-2	TINUS OLSEN	52873-1	14-ago	25-ago	11	209	23.67%	evaluar	evaluar	faltante
losa maciza sector 5-2	TINUS OLSEN	52873-1	14-ago	25-ago	11	169				
losa maciza sector 6-2	TINUS OLSEN	52873-1	17-ago	25-ago	8	183	-3.28%	aceptable	186	89%
losa maciza sector 6-2	TINUS OLSEN	52873-1	17-ago	25-ago	8	189				
zapatas A12, A13, B12, B13 corte 8-8 cimentacion	TINUS OLSEN	52873-1	11-ago	25-ago	14	169	-1.78%	aceptable	170.5	81%
placa tipo 2 entre eje 10-13	TINUS OLSEN	52873-1	11-ago	25-ago	14	172				
losa maciza sector 6-1	TINUS OLSEN	52873-1	15-ago	25-ago	10	180	-16.67%	evaluar	evaluar	faltante
losa maciza sector 6-1	TINUS OLSEN	52873-1	15-ago	25-ago	10	210				
techo cisterna	TINUS OLSEN	52873-1	09-ago	25-ago	16	221	44.44%	evaluar	evaluar	faltante
techo cisterna	TINUS OLSEN	52873-1	09-ago	25-ago	16	153				
cimiento corrido alicorp	TINUS OLSEN	52873-1	26-jul	09-ago	14	99	23.75%	evaluar	evaluar	faltante
cimiento corrido alicorp	TINUS OLSEN	52873-1	26-jul	09-ago	14	80				
columna P10 placa edelnor	TINUS OLSEN	52873-1	30-jul	09-ago	10	203	-2.96%	aceptable	206	98%
columna P10 placa edelnor	TINUS OLSEN	52873-1	30-jul	09-ago	10	209				

## ANEXO A

Fecha : 20/10/2011	REPORTE DE NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN		Página 1 de 2
Proyecto Especialidad	Puna Estructuras	N° NC N° OBS	005 ---

Descripción de la No conformidad / Observación



El contratista ha procedido al vaciado de concreto en cisterna comprendida entre los ejes 10-11 y K-N en fecha 20/10/11, que como resultado de su procedimiento constructivo resultó con cangrejeras y grandes defectos en los que se aprecia discontinuidad de la masa de concreto y vacíos de aproximadamente 50cms que demuestran un despreocupado control de vaciado





Causa de la No Conformidad

No se ha asegurado el procedimiento/Proceso de trabajo establecido, de acuerdo a lo especificado por el proyecto.





Acción propuesta para el levantamiento de la no conformidad

Se realizó el siguiente procedimiento:

- Trazo con tira línea para marcar área de corte
- Corte sobre el trazo con amoladora para no dañar la placa de concreto
- Demolición del área delimitada con martillo de moledor (rotomartillo) de 9 libras y perfilado del área afectada
- Limpieza del área con brochas y cepillo de cuerdas metálicas.
- Encontrado de uno de los lados de la placa de la zona demolida



Fecha : 20/10/2011	REPORTE DE NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN		Página 2 de 2			
Proyecto Especialidad			Puna Estructuras	N° NC N° OBS 005 ----		
<p>f. Aplicación de un aditivo, puente de adherencia, (Sikadur 32)</p> <p>g. Cierre del encofrado por ambos lados del área a reparar</p> <p>h. Aplicación de de un mortero de reparación estructural (Sika grout 212)</p> <p>i. El vaciado se ejecutará con chute con una altura de vaciado para cangrejas y concreto grout</p> <p>Adicionalmente se impermeabilizó y se verificó la estanqueidad del elemento.</p>						
<p>Acción verificada y le vantamiento de la No Conformidad / Observación</p> <p>Método de verificación</p> <p>Re v. Documento</p> <p>Inspección</p> <p>Otro</p> <table border="1" style="margin-left: 150px;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">X</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>					X	
X						
  						
Ingeniero de Campo Contra lista			Residente Supervisión			
						

## ANEXO B

Fecha : 20/10/2011	REPORTE DE NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN		Página 1 de 1
Proyecto Especialidad			Molina Estructuras
Descripción de la No conformidad / Observación			
			
Las condiciones de curado para las probetas de concreto no son las adecuadas, se observó que el nivel de agua cubre la totalidad de las muestras, restándole resistencia y resultados no confiables.			
Causa de la No Conformidad			
Inadecuado control del nivel de agua en poza y barriles de curado de probetas de concreto			
Acción propuesta para el levantamiento de la no conformidad			
a. Nivelar el agua de curado. b. Ensayar las muestras a edades programadas c. Comparar y evaluar los resultados con los del proveedor de concreto d. Según se requiera proceder a la extracción con diamantina para verificar la calidad			
Acción verificada y levantamiento de la No Conformidad / Observación			
Método de verificación			
Rev. Documento	<input checked="" type="checkbox"/>		
Inspección	<input checked="" type="checkbox"/>		
Otro	<input type="checkbox"/>		
Se comparó los resultados de los ensayos del contratista con los del proveedor de concreto, se decidió tomar como únicos resultados válidos los del proveedor de concreto. Se le colocó un SNC a la contratista.			
Ingeniero de Campo Contratista		Residente Supervisión	



ANEXO C

Fecha:	REPORTE DE NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN				Página					
20/10/2011					1 de 1					
Proyecto	Rímac	N° NC		002						
Especialidad	Estructuras	N° OBS		---						
Descripción de la No conformidad / Observación										
ELEMENTO	Marca	serie	f obtención	f ensayo	edad	resistencia (kg/cm2)	diferencia %	diferencia cubillos	promedio resistencia	porcentaje resistencia
cimiento cota 5-4(1er) enm de coartación - sector 2	TINUS OLSEN	S2873-1	26-jul	28-ago	39	222	100.00%	evaluar	evaluar	la norma
	TINUS OLSEN	S2873-1			0					
losa media sector 2	TINUS OLSEN	S2873-1	26-jul	28-ago	39	182	100.00%	evaluar	evaluar	la norma
	TINUS OLSEN	S2873-1			0					
losa media sectores 12, 13 tramo 2	TINUS OLSEN	S2873-1	20-ago	28-ago	8	238	0.85%	aceptable	217	115%
losa media sectores 12, 13 tramo 2	TINUS OLSEN	S2873-1	20-ago	28-ago	8	236				
losa media sector 5-2	TINUS OLSEN	S2873-1	14-ago	25-ago	11	209	23.52%	evaluar	evaluar	la norma
losa media sector 5-2	TINUS OLSEN	S2873-1	14-ago	25-ago	11	169				
losa media sector 6-2	TINUS OLSEN	S2873-1	17-ago	25-ago	8	183				
losa media sector 6-2	TINUS OLSEN	S2873-1	17-ago	25-ago	8	189	-0.28%	aceptable	180	29%
capata A12, A13, B12, B13 cota 5-4 cimentación	TINUS OLSEN	S2873-1	11-ago	25-ago	14	169	-1.78%	aceptable	170.5	81%
placa tipo 2 sobre eje 10-13	TINUS OLSEN	S2873-1	11-ago	25-ago	14	172				
losa media sector 6-1	TINUS OLSEN	S2873-1	15-ago	25-ago	10	180	-1.1175%	evaluar	evaluar	la norma
losa media sector 6-1	TINUS OLSEN	S2873-1	15-ago	25-ago	10	210				
techo sistema	TINUS OLSEN	S2873-1	09-ago	25-ago	16	221	44.58%	evaluar	evaluar	la norma
techo sistema	TINUS OLSEN	S2873-1	09-ago	25-ago	16	153				
cimiento comido al zarp	TINUS OLSEN	S2873-1	26-jul	08-ago	14	99				
cimiento comido al zarp	TINUS OLSEN	S2873-1	26-jul	08-ago	14	80	24.75%	evaluar	evaluar	la norma
columna F12 placa eólfior	TINUS OLSEN	S2873-1	29-jul	08-ago	10	202				
columna F12 placa eólfior	TINUS OLSEN	S2873-1	29-jul	08-ago	10	208	-2.94%	aceptable	206	98%
Se observó irregularidades en los resultados de ensayos a la compresión simple, como diferencia mayor a 8% entre muestras pares, además no se efectuaron en algunos casos el muestreo de dos probetas como mínimo por muestra, no permitiendo calcular el % promedio de la resistencia alcanzada.										
Causa de la No Conformidad										
Se considera que hubo un control inadecuado en el muestreo y curado considerando que en la poza de curado se observó falta de control en el nivel de agua no cubriendo las muestras en su totalidad, además también se observaron bordes irregulares en algunas muestras. Se asume también que no fueron desencoformadas adecuadamente y sometidas a golpes.										
Acción propuesta para el levantamiento de la no conformidad										
a. Solicitar un informe con los resultados de los ensayos proporcionados por el proveedor de concreto a edades de 07 y 28 días										
b. Según se requiera proceder a la extracción con diamantina para verificar la calidad										
Acción verificada y levantamiento de la No Conformidad / Observación										
Método de verificación										
Rev. Documento	X									
Inspección										
Otro										
Se verificó los datos de registros de certificados de ensayos por el proveedor a edades de 07 y 28 días. De acuerdo al promedio de % de f'c obtenido a los 07 días alcanzó 91% equivalente a f'c = 191 kg/cm2, y con referencia a la edad de 28 días alcanzó 113% equivalente a f'c = 238kg/cm2. Concluyendo que los resultados del informe presentado alcanzan la resistencia solicitada por parte de las especificaciones técnicas.										
Ingeniero de Campo Contratista				Residente Supervisión						

## **III.3 INSTALACIONES ELECTRICAS**

Para los proyectos Retail a diferencia de proyectos de viviendas se instalan en el sistema Eléctrico equipos tales como Subestación eléctrica, grupo electrógeno, Sistema de Puesta a tierra en Baja y Media tensión. Para esta especialidad se ha preparado una guía ilustrativa enfocada en dos pruebas (prueba de SPT, prueba de aislamiento de circuitos eléctricos) como requisito de aceptación del Sistema (Control de Calidad), todas ellas basadas en las normativas nacionales e internacionales y llevadas a campo para su aplicación con la finalidad de ilustrar y probar su funcionalidad. Para cada una de estas pruebas se han estandarizado procesos, así como también diseñado y mejorado formatos de protocolos de pruebas lo que permite la fluidez de la aplicación de los procedimientos en campo y a su vez contribuye con el cumplimiento del Sistema de Gestión de Calidad, que según su normativa (ISO 9001) requiere de procesos y formatos estandarizados y controlados.

### **III.3.1 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

#### **III.3.1.1 Normas aplicadas**

Código Nacional de Electricidad – Utilización

Reglamento Nacional de Edificaciones

#### **III.3.1.2 Descripción**

Un sistema de puesta a tierra consiste en la conexión de equipos eléctricos y electrónicos a tierra, para evitar que se dañen en caso de una corriente transitoria peligrosa.

El objetivo de un sistema de puesta a tierra es:

Brindar seguridad a las personas de las consecuencias que puede ocasionar una descarga eléctrica.

Proteger las instalaciones, equipos y bienes en general, al facilitar y garantizar la correcta operación de los dispositivos de protección.

Establecer la permanencia, de un potencial de referencia, al estabilizar la tensión eléctrica a tierra, bajo condiciones normales de operación.

La importancia de realizar una conexión a tierra a una edificación retail es alta, ya que en estos edificios hay una gran cantidad de equipos electrónicos y una corriente indeseable o sobre tensión podría causar pérdidas muy costosas debido al daño causado a estos equipos.

Tipos de Sistema de Puesta a Tierra:

Existen dos tipos de sistemas de puesta a tierra; simples y complejos. Los simples consisten en un electrodo aislado enterrado. Este sistema es el más utilizado y se puede encontrar en sitios residenciales. Los sistemas complejos consisten en un conjunto de electrodos interconectados, mallas, platos de tierra y lazos o anillos de tierra. Estos últimos son instalados normalmente en subestaciones, oficinas centrales y centro de telecomunicaciones. Para nuestras obras retail, nosotros usamos generalmente mallas para BT, comunicaciones, ascensores y montacargas, y pozos independientes o interconectados para MT. A continuación describiremos el sistema de malla:

Mallas de Sistema Puesta a Tierra

Es un reticulado formado por conductores horizontales unidos, en direcciones perpendiculares y espaciados uniformemente, Se emplea especialmente cuando el objetivo principal de la puesta a tierra es mantener un control de potenciales en la superficie del terreno, con un bajo valor de resistencia.

La función de este sistema es:

Proporcionar un camino definido de regreso a la fuente de energía y con impedancia suficientemente baja, vía los conductores de tierra de tal modo que ante el evento de una falla a tierra de un conductor activo, fluya por una ruta predeterminada una corriente suficiente, que permita operar al dispositivo de protección del circuito.

Limitar a un valor seguro la elevación de potencial en todas las estructuras metálicas a las cuales tienen normalmente acceso personas y animales, bajo condiciones normales y anormales del circuito.

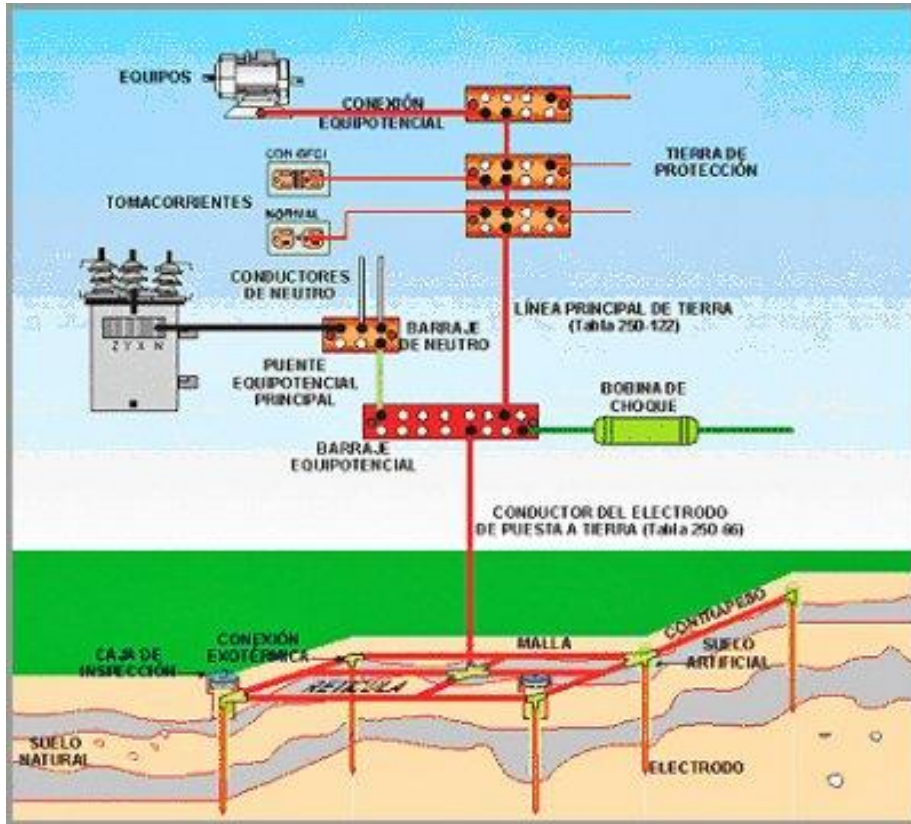


Diagrama típico de conexión de SPAT

### III.3.1.3 Procedimiento de medición – Método de caída de Potencial

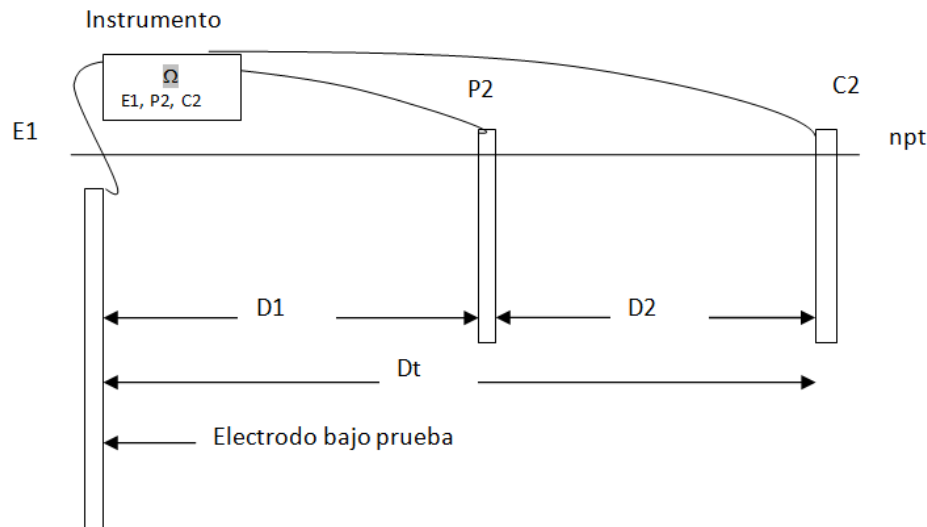
Este método es el más empleado para la medición de la resistencia de sistemas de tierra.

El método consiste en hacer circular una corriente (I) entre dos electrodos:

Uno correspondiente a la red de puesta a tierra (E1) y un segundo electrodo auxiliar denominado de corriente (C2) y medir la caída de potencial mediante otro electrodo auxiliar denominado de potencia (P2), conociendo el valor de tensión y el valor de corriente se podrá obtener el valor de la resistencia mediante ley de ohm (V/I).

Con la finalidad de obtener una medida correcta, los tres electrodos deben estar bien alineados y la distancia entre E1 y P2 debe ser un 62% de la distancia entre E1 y C2 (Distancia total, Dt), la distancia aconsejable entre el electrodo de puesta a tierra E1 y el de corriente C2 es de 20 metros. Para comprobar la exactitud de los resultados se deberá cambiar la posición del electrodo P2. La primera medición se hace con el electrodo auxiliar P2 a la distancia de  $0.62 \times Dt$ , la medición se

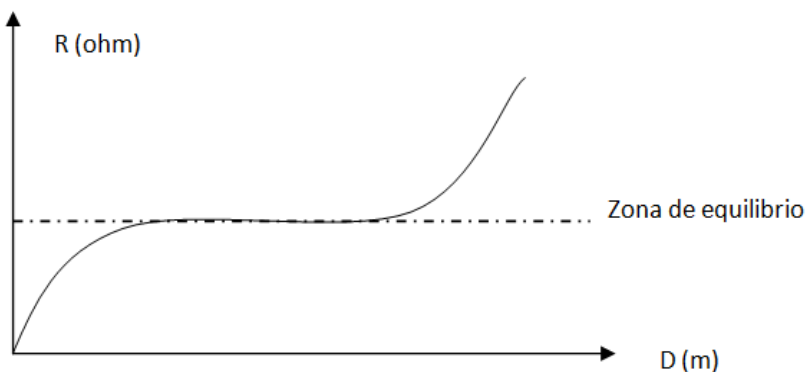
debe repetir a las distancias  $0.52 \times D_r$  y  $0.72 \times D_r$ , si los dos resultados obtenidos no difieren en más de un 10% con respecto a  $0.62 \times D_r$ , entonces el primer resultado será el correcto.



#### Posición de electrodos según método de caída de potencial

En caso de una diferencia superior al 10% se debe incrementar la distancia entre el electrodo auxiliar de corriente C2 y el electrodo de puesta a tierra bajo prueba E1, repitiendo el procedimiento anterior hasta que el valor de resistencia medido se mantenga casi invariable.

Otro método para determinar el valor de la resistencia de electrodo de tierra es realizar una gráfica de R en función de la distancia, en donde existe una porción de la curva que permanece casi invariable, el valor de resistencia asociado a este sector de la gráfica será el correcto valor de la toma del sistema de puesta a tierra (zona de equilibrio).



En el caso de mallas, para determinar la distancia a la que se debe colocar los electrodos auxiliares, se debe considerar primero la configuración del sistema, de la configuración existente se debe determinar la Diagonal

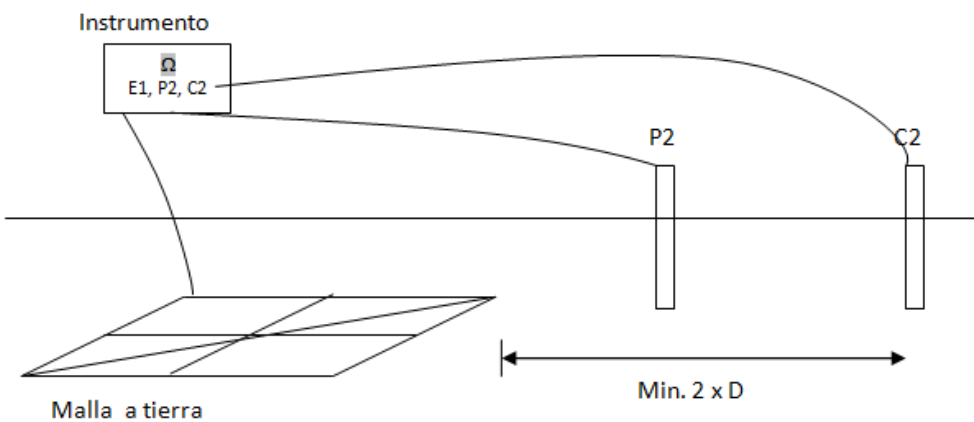
Efectiva perteneciente al área de disipación mediante la fórmula siguiente:

$$D = \sqrt{4 A / \Pi}$$

Donde:

D = Diagonal efectiva correspondiente al área de disipación.

Se recomienda se recomienda como mínimo 2 veces la diagonal.



#### III.3.1.4 Criterios de aceptación

El objetivo de la resistencia de tierra es lograr el menor valor posible de resistencia de tierra que sea razonable en términos económicos y físicos.

Lo ideal es que una conexión a tierra tenga una resistencia de cero Ohmios.

No obstante, la NFPA y el IEEE recomiendan un valor de resistencia de tierra de 5,0 Ohmios o menos. El sector de las telecomunicaciones a menudo usa 5,0 Ohmios o menos como el valor para la puesta a tierra y las conexiones eléctricas.

Según nuestro Código Nacional de Electricidad – Suministro, señala que el valor de la resistencia de la puesta a tierra debe ser tal que, cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a las permitidas y no debe ser mayor a 25 ohms, en caso exceda este valor deberán emplearse métodos que permitan cumplir este requerimiento. Para disminuir estos valores de resistencia se podrán emplear métodos como el tratamiento químico o suelos artificiales, los cuales deberán ser aceptables y certificados por una entidad especializada e imparcial competente, asegurándose que dicho tratamiento no atente contra el medio ambiente. En el caso de un electrodo simple será necesaria la instalación de un electrodo adicional a una distancia de por lo menos 2m o a una distancia equivalente a la longitud del electrodo; o emplear cualquier otro método alternativo.

Para nuestros proyectos Retail los valores requeridos son los siguientes:

Sistema de Baja Tensión, computo, ascensores/montacargas < 5  $\Omega$

Sistema de Media Tensión < 15  $\Omega$

Sistema de Protección atmosférica < 10  $\Omega$

### **III.3.1.5 Formato de protocolo de prueba**

Los valores obtenidos de las mediciones son registrados en un formato estandarizado, pudiendo variar según el criterio y las necesidades de cada empresa, a continuación presentaremos un formato diseñado en base a criterios según la experiencia de la autora y de lo mínimo requerido para la realización de esta prueba. Para validar estos protocolos necesariamente deberán ser firmados por las personas asignadas (ejecutor, supervisores) y por el especialista a cargo (firma y sello de Ingeniero electricista Colegiado y habilitado) en señal de conformidad de la prueba y de los valores registrados.

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE SISTEMA PUESTA A TIERRA		FR - IE01 N correlativo:
Proyecto	Plano de ref.	
Cliente	Sector	
Supervisión	Nivel	
Fecha	T° Ambiente (°C)	

**Equipo de Medición**

Equipo empleado

Modelo / Serie

Fecha de calibración/ vigencia


**Inspección de Puesta a Tierra**

Profundidad de excavación

Base de cobertura de tierra de cultivo/ Gem 25

Verificación de conductores

Instalación de varilla o electrodo

Unión exotermica (según detalle)

Unión mecánica (según detalle)

	m

**Medición de Resistencia del SPT ( Pozos y mallas conectadas )**

Uso:

Configuración:

Metodo de medición :

Máx. valor de puesta a tierra permitido según proyecto : (ohm)

N mediciones	Distancia del electrodo de potencial (m)	Distancia del electrodo de corriente (m)	Resistencia (ohm)

Croquis / Imágenes

Observaciones:

EJECUTOR	ESPECIALISTA / JEFE DE CAMPO	SUPERVISIÓN DE OBRA
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:



### III.3.1.6 Realización de la prueba en campo

La resistencia de puesta a tierra debe ser medida antes de la puesta en funcionamiento de un sistema eléctrico como parte de verificación del sistema de puesta a tierra.

La siguiente prueba fue realizada a un supermercado del distrito de la Molina, la medición fue realizada al SPAT BT y Cómputo, el cual consiste en una malla de las siguientes características:

Largo: 7m.

Ancho: 7m.

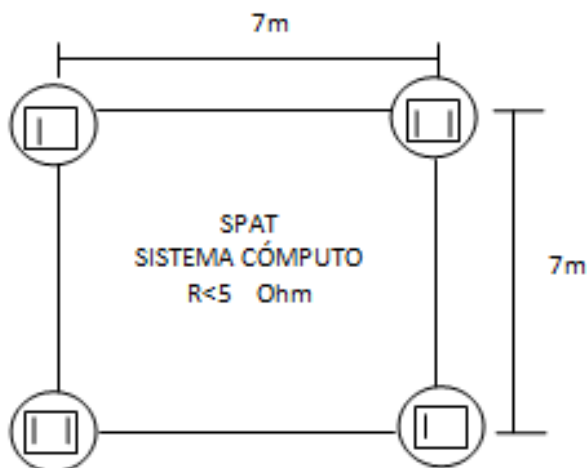
Área de malla: 49 m<sup>2</sup>

Profundidad: 0.85 m.

Diagonal SPAT: 9.89 m.

Reticulado: 7x7

En la construcción de la malla se utilizó tierra de cultivo cuya Resistividad es de 22 ohm-m, como agregado a esta se ha utilizado ECOGEL con Ph de baja resistividad que evitará corrosión en el cable de cobre desnudo.



#### III.3.1.6.1 Verificación de la Calibración al Equipo de Medición

Para la medición de esta prueba se emplea el uso del Telurómetro, el cuál es un equipo profesional para efectuar mediciones en Sistemas de Puesta a Tierra en parámetros de voltaje y resistencia.

Existen dos tipos de telurómetros: Analógicos y Digitales, para los Analógicos el valor obtenido lo marcará la aguja y este dependerá de la escala que se esté utilizando. Para el caso de los Digitales son los equipos más empleados actualmente y su utilización es más precisa al arrojar un único valor en el display eliminándose así los errores de medición.

Previo a la prueba se procedió a verificar que el equipo de medición se encuentre calibrado dentro del plazo de vigencia establecido, para ello se verificó que la Marca, modelo y serie corresponda al equipo, y que éste cuente con el sticker de calibración. Para esta medición hemos empleado un telurómetro cuyas características son las siguientes:

Equipo: Telurómetro Digital

Marca: HT Italia

Modelo: GEO 416

Serie: 09091426

Fecha de calibración: 03.07.10

Vigencia: 1 año

#### III.3.1.6.2 Consideraciones previas a la Prueba

Previo a la medición en campo se determinó primero la configuración del sistema de tal manera que nos permitió encontrar la distancia máxima del sistema para finalmente colocar el electrodo de corriente C2 a la distancia correcta, logrando así una medición apropiada. Se calculó la diagonal efectiva con la fórmula  $D = \sqrt{(4A / \Pi)}$ , siendo:

$$D = \sqrt{(4 (49) / \Pi)} = 7.89 \text{ m.}$$

Se consideró una distancia del electrodo C2 superior a dos veces la diagonal efectiva debido al tamaño de la malla, siendo la distancia para C2 = 22 m. y la distancia para P2= 0.62 \*22 = 13.64mts. (Teóricamente), en campo el valor considerado fue de 13.5mts.

Luego se procedió a la verificación de la calibración del equipo, cuyo hallazgo fue conforme. Seguidamente se procedió a desenergizar y desconectar el electrodo de tierra al sistema eléctrico. Luego se desconectó el sistema de Puesta a Tierra en estudio y todos los componentes que lo estén. Por temas de seguridad y prevención se despejó la zona a trabajar.

### III.3.1.6.3 Desarrollo de la Prueba

Se procedió a conectar el equipo de medición a la barra o electrodo en cuestión,

Posteriormente según los cálculos se colocó el electrodo de corriente a una distancia de 22m del electrodo bajo prueba.

Luego se ubicó el electrodo de potencial a una distancia de 13.5m del electrodo bajo prueba, los tres en línea recta.

Con el telurómetro se procedió a realizar las mediciones en forma repetitiva con variaciones del 52% y del 72% de la distancia tomada para el electrodo en prueba, considerando que no hubo desviaciones mayores al 10% con respecto a la primera lectura, se tomó el valor de 1.20 ohm (primer valor registrado) como resultado final. Posteriormente se registró en el formato de Protocolos de prueba del Sistema de Puesta a Tierra para la conformidad de los especialistas responsables.


MEDICIÓN						
Malla SPAT BT y Computo						
Fecha: 22.12.10						
Equipo de medición: Telurómetro Digital HT Italia / GEO 416, serie 09091426						
N° Medición	Distancia del Electrodo de	Distancia del Electrodo de	Resistencia (ohm)	Distancia entre electrodo de prueba		



	Potencial (m)	Corriente (m)		y electrodo de potencia
1	13.5	22	1.20	62%
2	15.8	22	1.28	72%
3	11.5	22	1.09	52%



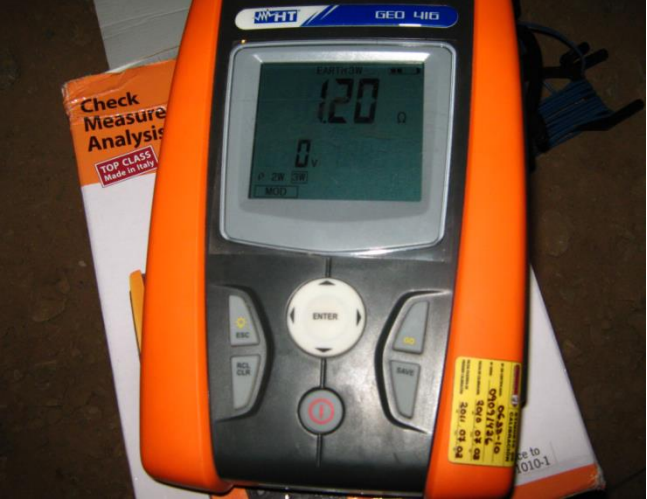
R = 1.20 ohm

Nota: Los valores no difieren en más del 10% de la primera lectura, conforme. Se toma el primer valor.

### REPORTE FOTOGRÁFICO

1.		<p>Verificación de certificado de calibración del equipo de medición.</p> <p>Telurómetro Digital HT Italia modelo GEO 416</p>
----	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>2.</p>		<p>Verificación de etiqueta de calibración en equipo, cuyo periodo de vigencia se encuentra dentro del plazo establecido (1 año).</p>
<p>3.</p>		<p>Conexión del electrodo bajo prueba (E1)</p>
<p>4.</p>		<p>Conexión del electrodo de potencia (P2).</p> <p>Distancias: 13.5, 15.8 y 11.5 m.</p>

	 <p>Electrodos secundarios alineados</p>	
5.		<p>Conexión del electrodo de Corriente (C2).</p> <p>Distancia: 22 m.</p>
6.		<p>Se realizaron tres mediciones con variación referente a la distancia tomada (22mts), siendo estas variaciones de: 52%, 62% y 72%</p> <p><math>R = 1.20 \text{ ohm}</math></p>

Evaluación de los resultados		
Los resultados estuvieron dentro del rango de aceptación (< 5 ohm) definido por el proyecto y a su vez por lo establecido en la norma CNE (<25 ohm).		

#### III.3.1.6.4 Consideraciones

Considerar que si el electrodo de corriente, el de potencial y el de tierra se encuentran muy cercanos entre sí, ocurrirá un solapamiento de los gradientes generados por cada electrodo, incrementando el valor de la resistencia medida.

Si la instalación no se desenergiza y el electrodo se encuentra conectado al sistema eléctrico, mientras se desarrolla la prueba podría ocurrir una falla a tierra que involucre a la instalación y a su electrodo de tierra y tanto el potencial del electrodo como el potencial del terreno entorno del electrodo se elevarán provocando una diferencia de potencial posiblemente peligrosa para las personas que participan en la prueba.

Verificar que los cables empleados para la medición no tenga la aislación dañada.

Se recomienda realizar las mediciones una semana después de terminados los trabajos de SPT.

### **III.3.2 AISLAMIENTO DE CIRCUITOS ELECTRICOS**

#### **III.3.2.1 Normas Aplicadas**

Código Nacional de Electricidad – Utilización

Reglamento Nacional de Edificaciones

### **III.3.2.2 Descripción**

Con la medición de aislamiento, el propietario o usuario de la instalación obtiene datos sobre el estado de seguridad de la instalación. Si la resistencia es muy baja los cables se ven sometidos a cargas excesivas que pueden convertirse en el foco de un incendio. En las instalaciones con una tensión nominal de 230/400V la medición de aislamiento se realiza con una tensión continua de 500V. La resistencia entre los puntos que a continuación se describen tiene que ser superior a 0,5 MW, considerando que al medir con corriente continua se excluyen las interferencias derivadas de las capacidades de los cables.

### **III.3.2.3 Procedimiento de medición**

El equipo empleado para esta medición se denomina Meghómetro, el cual deberá contar previamente con su certificado de calibración vigente.

A continuación detallaremos entre qué conductores se debe realizar la medición, la norma establece entre los siguientes puntos:

Entre fases Activas (L1, L2, L3) y el conductor de protección.

Entre el neutro (N) y el conductor de protección.

Entre las fases activas (L1, L2, L3).

La prueba de resistencia de aislamiento ha de realizarse sin conexión a la red, por ello hay que desconectar las instalaciones consumidoras de la red para llevar a cabo la prueba. No obstante conviene comprobar si al circuito a probar están conectados dispositivos eléctricos con componentes electrónicos o sensibles que puedan verse afectados por la tensión de prueba.

Dichas pruebas deben realizarse al poner en servicio la instalación y repetirse en modificaciones, trabajos de reparación o ampliaciones de una instalación eléctrica.

### **III.3.2.4 Criterios de Aceptación**

Para que los resultados de las mediciones sean satisfactorios deberán cumplir con la tabla que se muestra a continuación:



TENSIÓN NOMINAL DEL CIRCUITO (V)	TENSIÓN DE PRUEBA (V)	VALOR MINIMO DE LA RESISTENCIA (M-ohm)
Circuitos de protección o control de reducida tensión.	250	0.25
Tensión nominal menor de 500 V, si no se trata de circuitos de protección o control de reducida tensión.	500	0.50
Tensión nominal mayor de 500 V	1000	1.00

### III.3.2.5 Formato de protocolos de prueba

Con el fin de facilitar y controlar el proceso estandarizado y registrar los valores obtenidos de las mediciones se ha diseñado un formato en base a las necesidades y criterios de aceptación que exige esta prueba, así como la experiencia adquirida de pruebas anteriores, lo que ha permitido crear, mejorar y estandarizar el formato que se anexa a continuación, considerar que puede variar según el criterio de cada empresa. Para validar estos protocolos necesariamente deberán ser firmados por las personas asignadas (ejecutor, supervisores) y por el especialista a cargo (firma y sello de Ingeniero electricista Colegiado y habilitado) en señal de conformidad de la prueba y de los valores registrados.



### **III.3.2.6 Realización de la prueba en Campo**

Para la prueba de aislamiento de circuitos eléctricos (megado), se recomienda realizarla antes de la energización del local. La prueba se realiza para cada circuito de la totalidad de los tableros instalados o modificados. Como ejemplo práctico a continuación se detalla la medición realizada al tablero TA-1, cuyos circuitos son de alumbrado.

#### III.3.2.6.1 Verificación del Equipo de Medición

Previo a la prueba se procedió a verificar que el equipo de medición (megóhmetro) se encuentre calibrado dentro del plazo de vigencia establecido, para ello se verificó que la Marca modelo y serie corresponda al equipo. Para esta medición hemos empleado un megóhmetro cuyas características son las siguientes:

Equipo: Megóhmetro Digital

Marca: KYORITSU

Modelo: 3005 A

Serie: W0325838

Fecha de calibración: 23.02.12

Vigencia: 1 año

#### III.3.2.6.2 Consideraciones previas a la Prueba

Antes de realizar la prueba con el uso de un voltímetro se procede a verificar que el circuito a probar no se encuentre energizado. El valor fue de 0V de cada uno de los circuitos en prueba, lo cual se comprobó que los circuitos se encontraban desenergizados, caso contrario cualquier otro valor superior a este indica que el circuito se encontrarían energizados y se debe proceder a revisar y desconectar. Se debe considerar que si este paso es omitido y se realiza la medición a un circuito energizado ocasionaría daños al equipo de medición y posiblemente al operario.

#### III.3.2.6.3 Desarrollo de la Prueba

Posteriormente se procedió a la medición de aislamiento de cada uno de los circuitos eléctricos de cada tablero sometidos a una tensión de 500V, las mediciones fueron entre fases activas, fase con tierra y tierra con neutro, para la medición de fase con tierra y neutro con tierra, se conectó uno de los electrodos a la barra de cobre color amarillo (tierra) ubicada en el tablero y el electrodo restante a cada fase de cada circuito según correspondía (trifásico o monofásico) para la medición de cada una de ellas, para el caso de la mediciones con neutro se siguió el mismo procedimiento con la diferencia que uno de los electrodos se conectó a la barra de cobre blanca (neutro) ubicada en el tablero, todos los resultados fueron anotados en el protocolo de pruebas los cuales fueron revisados y firmados por la supervisión en señal de conformidad y por parte de la contrata un especialista asignado (Ingeniero Eléctrico Colegiado y Habilitado).

## PRUEBA DE AISLAMIENTO

Tablero: TA-1

Tipo de cable: NH-80

Tensión de prueba: 500V

Circuitos monofásicos con llave de 1x20 A

Circuito	Descripción	R-N	S-N	T-N	R-Tierra	S-Tierra	T-Tierra	N-Tierra
C1.1	Alumbrado	159			145			150
C1.2	Alumbrado		229			221		234
C1.3	Alumbrado			187			251	278
C1.4	Alumbrado	112			102			113
C1.5	Alumbrado					176		289

C1.6	Alumbrado						254	389
C1.7	Alumbrado	96			120			146

REPORTE FOTOGRÁFICO

1.		Verificación de la calibración del equipo de medición.
----	--	--------------------------------------------------------

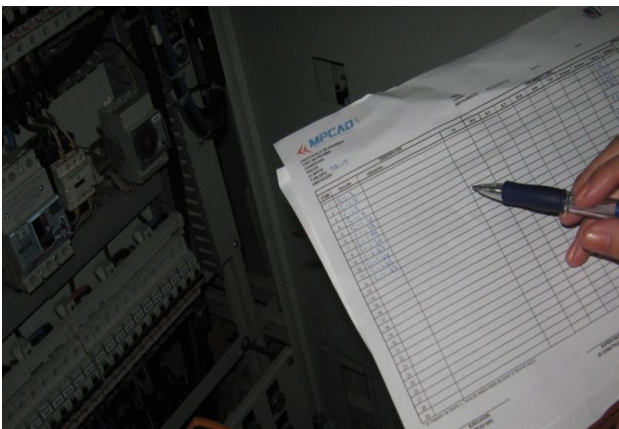
		
<p>2.</p>		<p>Verificación de etiqueta de calibración en equipo, cuyo periodo de vigencia se encuentra dentro del plazo establecido (1 año). Fecha de calibración: 23.02.12</p>
<p>3.</p>		<p>Se procedió a la medición de aislamiento de cada uno de los circuitos eléctricos del tablero TA-1 sometidos a una tensión de 500V.</p> <p>En esta imagen se puede apreciar la medición fase (R) con Tierra para el circuito C1.7 (alumbrado)</p>

4.



El resultado de la medición del aislamiento para el circuito C1.7 (Alumbrado) es 120MΩ.

5.



Los resultados fueron anotados en el formato de protocolo de pruebas para posteriormente ser firmados por los responsables.

Evaluación de los resultados

Los resultados estuvieron dentro del rango de aceptación ( $> 0.5 \text{ M-ohm}$ ) establecido por la norma. Evaluando los resultados se concluye que los conductores se encuentran en buen estado y su aislamiento es continuo en todos sus recorridos.

#### III.3.2.6.4 Consideraciones

Como medida de aseguramiento de que los valores medidos son confiables, toda medición que se realice con un equipo sin calibrar o cuya vigencia de calibración haya expirado se invalidará y se procederá a la realización de nuevas pruebas con equipos que cumplan los requisitos establecidos.

Es probable que el circuito quede cargado después de haberlo inducido con el voltaje del aparato, para descargar el circuito inducido, se debe conectar cada circuito a la línea de tierra.

Para la realización de la prueba los operarios deben contar con su equipo de seguridad.

Previo a la prueba se debe dar aviso a todos los operarios para que paraliquen provisionalmente los trabajos evitando la afectación de las mediciones.

Para estas instalaciones se ha empleado cable eléctrico libre de halógeno y para las canalizaciones tuberías conduit según el CNE.

Queda demostrado que con la aplicación de procedimientos y formatos como los que se presentan, donde los procedimientos y protocolos de pruebas están estandarizados en base a normativas nacionales e internacionales, permite guiarnos e ilustrarnos al momento de querer desarrollar un plan de calidad y aplicar los controles de aceptación para los principales sistemas y equipos; y de esta manera llegar al producto final deseado con mayor eficacia.

### **III.4 INSTALACIONES SANITARIAS**

#### **III.4.1 DESCRIPCION**

Para la mayoría de nuestros proyectos Retail desarrollados, el sistema sanitario cuenta con una cisterna para consumo, un Cuarto de Bombas en el cual va instalado un Equipo de Bombeo Doble de Velocidad (Caudal) Variable y Presión Constante, este sistema se activa al detectar un requerimiento de presión en el cual las electrobombas entran a trabajar alternando entre sí durante un tiempo determinado con el fin de un desgaste parejo y evitar el sobre trabajo de cada una de ellas, este sistema impulsa el agua abasteciendo a todos los Aparatos Sanitarios con el suficiente Caudal y Presión.



Las Redes de Agua y Desagüe están diseñadas de tal manera que en todo lo posible vayan colgadas o adosadas para su mejor mantenimiento.

Se ha considerado que todos los Aparatos Sanitarios y Especiales, desagüen por gravedad, hasta las Tomas Domiciliarias. Los desagües del Sótano, Cuarto de Máquinas, Desagüe y Rebose de Cisternas, van a un Pozo Sumidero y por medio de un Equipo Doble de Bombeo desembocan a la Calle.

En este capítulo nos enfocaremos en proponer procedimientos de pruebas de aceptación como medidas de control de calidad para el sistema de agua y desagüe basados en las normativas vigentes, buenas prácticas y la experiencia de la autora; así como también el diseño de formatos para cada una de las pruebas a desarrollar, con el fin de estandarizar y facilitar el ejecución de las pruebas en campo y el registro de cada una de ellas; a su vez dando cumplimiento a los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001. Con el propósito de ilustrar los procedimientos propuestos, se ha llevado a campo cada uno de ellos para su aplicación.

### **III.4.2 NORMAS APLICADAS**

IS 010: Instalaciones Sanitarias

### **III.4.3 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL SISTEMA**

#### **III.4.3.A PRUEBAS DE PRESIÓN HIDRÁULICA – SISTEMA DE AGUA**

##### III.4.3.A.1 Procedimiento

Esta prueba consiste en someter las redes de agua a una presión y tiempo determinado, estos parámetros varían según cada proyectista, en caso no esté indicado se recomienda tomar como referencia 1.5 veces la presión de trabajo del sistema.

Para esta prueba se procede a colocar tapones en todas las salidas del tramo a probar a excepción de una, que servirá para conectar el equipo de bombeo (balde para prueba hidráulica + manómetro calibrado). Una vez preparado todo el tramo para la prueba se procede a bombear hasta alcanzar la presión de prueba, ésta deberá mantenerse durante todo el período de prueba sin presentar variaciones.

Si el manómetro presenta caída de presión debe identificarse los puntos donde existen las filtraciones, descargar el agua, proceder a las reparaciones y finalmente volver a repetir la prueba hasta que no exista variación en la presión de prueba.

Es necesario realizar estas pruebas a tubería expuesta con el fin de poder identificar las filtraciones, posterior a las compactaciones y vaciados se deberá realizar nuevamente este procedimiento asegurando que no se hayan dañado.

#### III.4.3.A.2 Criterios de aceptación

La presión durante todo el periodo de prueba deberá mantenerse constante, como tolerancia podría disminuir en 1PSI, pudiendo interpretar la variación como presencia de aire. Considerar que los parámetros elegidos se han basado en base a la experiencia y buenas prácticas.

#### III.4.3.A.3 Equipo de prueba

Como mencionamos anteriormente para la realización de esta prueba se deberá contar con un balde para prueba hidráulica y un manómetro calibrado (recomendable de 0-200 PSI), el cual es un instrumento de medición que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Es importante considerar la calibración de los instrumentos ya que nos permite asegurar la confiabilidad de los valores de medición realizados, cumpliendo a su vez uno de los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001; considerar que el incumplimiento de este requisito es materia de una No Conformidad ante una auditoría externa, poniendo en riesgo la certificación si es que la empresa estuviera certificada.

#### III.4.3.A.4 Formato de protocolo de prueba

Para esta prueba se diseñó un formato de protocolo de prueba con el fin de estandarizar y facilitar el registro del desarrollo de la prueba, sus resultados y la aprobación formal por parte de los responsables. El contenido se basa en datos generales, tipo de la instalación (enterrada, adosada, empotrada), material de las tuberías y accesorios, parámetros del desarrollo de la prueba del tramo a probar y resultados obtenidos. Una vez aceptada la prueba se procede a las firmas por parte de los responsables.

<b>DATOS GENERALES</b>	
Proyecto:	Correlativo:
Supervisión:	Zona/Ejes:
Contratista:	Plano de referencia:

<b>TIPO DE INSTALACION</b>	
Tubería colgada	_____
Tubería empotrada	_____
Tubería enterrada	_____

<b>DATOS DE PRUEBA</b>	
Fluido a utilizar:	Datos del manómetro
Tipo de redes:	Marca/Modelo/serie
M aterial y clase:	N° Certificación/Laboratorio
φ exterior nominal de tubería:	Presión inicial (PSI)
φ interior nominal de tubería:	Presión final (PSI)
Antigüedad de la red	Hora de inicio
numero de salidas	Hora de término
Presión de prueba (PSI)	Fecha de inicio
Duración de prueba (HR)	Fecha de término

Anexar Plano

**OBSE RVACIONE S**

---



---



---

**APROBACIONE S**

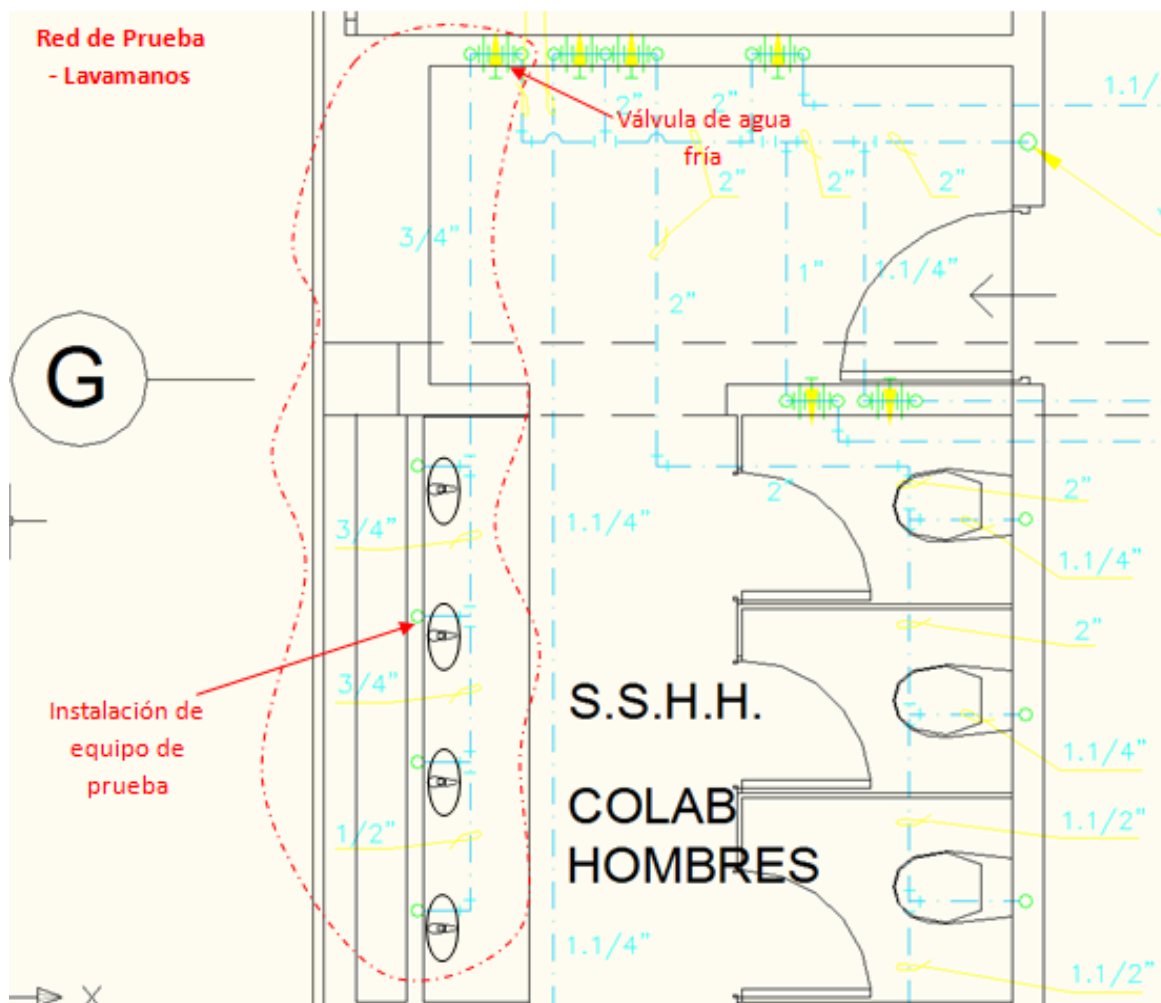
<b>Contratista</b>	<b>Supervisión</b>
Firma	Firma
Fecha:	Fecha:
Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:

### III.4.3.A.5 Realización de la prueba en campo

Para esta prueba se sometieron a presión las tuberías con agua, cuyo fin es de identificar las posibles filtraciones.

Para el desarrollo de esta prueba hemos tomado la red que alimenta los lavamanos desde la válvula más cercana hasta las salidas de los aparatos en el baño de hombres ubicado en el segundo nivel, para ello se procedió a taponear todas las salidas a excepción de una a la cual se instaló el equipo de bombeo y un manómetro con rango de alcance de 0 a 250 PSI.


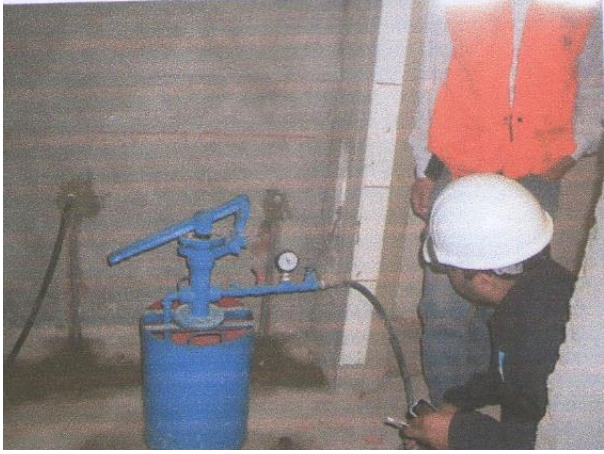
Las tuberías de prueba fueron de poli (cloruro) de vinilo para conducción de fluidos a presión (PVC-U), y de diámetros de de  $\frac{3}{4}$ " y  $\frac{1}{2}$ ", las cuales fueron sometidas a una presión de prueba de 100 PSI durante 2horas, según las especificaciones técnicas del proyecto.



## ZONA DE PRUEBA

Con el fin de ilustrar este procedimiento a continuación se anexa un reporte fotográfico de las pruebas y mediciones desarrolladas en campo.

REPORTE FOTOGRÁFICO		
1.	 <p>11/23/2012 12:28</p>	Se revisaron visualmente las tuberías antes de someterlas a presión a fin de detectar algún daño en la instalación.
2.	 <p>11/23/2012 12:31</p>	Posteriormente se colocó tapones a todas las salidas del tramo a prueba, luego se conectó el balde hidráulico con el manómetro calibrado (previa verificación) a una de las salidas, en este caso a una salida de agua para lavamanos.
3.		

		<p>Con ayuda del balde hidráulico se bombeó agua a todo el tramo a prueba hasta obtener una presión de 100PSI (lectura inicial), y se dejó a prueba por un periodo de 2 horas, según lo indicado por el proyectista.</p>
4.		<p>Finalizado el tiempo de prueba, se procedió a la lectura en el manómetro el cual marcaba una presión de 100PSI.</p>
5.		<p>Se registro como lectura final 100PSI, aceptando el tramo de prueba considerando que no hubo pérdida de presión.</p>



### Evaluación de los resultados

Según las mediciones realizadas durante el periodo de prueba no se observó diferencia de presiones por lo que se concluye que en el tramo de prueba no existen filtraciones y se da por aceptado.

Presión inicial: 100PSI

Presión final : 100PSI

$\Delta$  presión : 0

Duración : 2 horas.

### **III.4.3.B PRUEBA DE ESTANQUEIDAD – SISTEMA DE DESAGUE**

#### III.4.3.B.1 Procedimiento

Esta prueba consiste en llenar las tuberías de desagüe con agua después de taponear las salidas bajas, marcar el nivel de agua de prueba en una de las salidas debiendo permanecer sin presentar diferencia de nivel por lo menos durante 24 horas.

Estas pruebas pueden realizarse parcialmente por tramos según el avance de la obra y al final una prueba general por niveles. Considerar necesario realizar estas pruebas a tubería expuesta con el fin de poder identificar las filtraciones. Posterior a las compactaciones y vaciados se deberá realizar nuevamente este procedimiento asegurando que no se hayan dañado.

#### III.4.3.B.2 Criterios de aceptación

El nivel de agua no deberá disminuir durante todo el periodo de prueba, como tolerancia podría disminuir en 1mm, interpretándose como vaporización considerando el período de prueba. Considerar que los valores definidos se basan en la experiencia y buenas prácticas.

#### III.4.3.B.3 Formato de protocolos de pruebas

Para esta prueba se diseñó un formato de protocolo de pruebas con el fin de estandarizar y facilitar el registro del desarrollo de la prueba, sus resultados y la aprobación formal por parte de los responsables cuyo contenido se basa en datos generales, tipo de la instalación, material de las tuberías y accesorios, datos del desarrollo de la prueba del tramo a probar y resultados obtenidos.



**PROTOCOLO DE PRUEBA DE ESTANQUEIDAD****DATOS GENERALES**

Proyecto:

Correlativo:

Supervisión:

Zona/Ejes:

Contratista:

Plano de referencia:

**TIPO DE INSTALACION**

Tubería colgada

Tubería empotrada

Tubería enterrada

**DATOS DE PRUEBA**

Fluido a utilizar:

Tipo de redes:

Material y clase:

Diametros nominal de tubería:

numero de salidas

Hora inicio / final

Fecha de inicio / final

Medición inicial / final

mm

Duración de prueba

hrs.

Anexar Plano

**OBSE RVACIONE S**


---



---



---

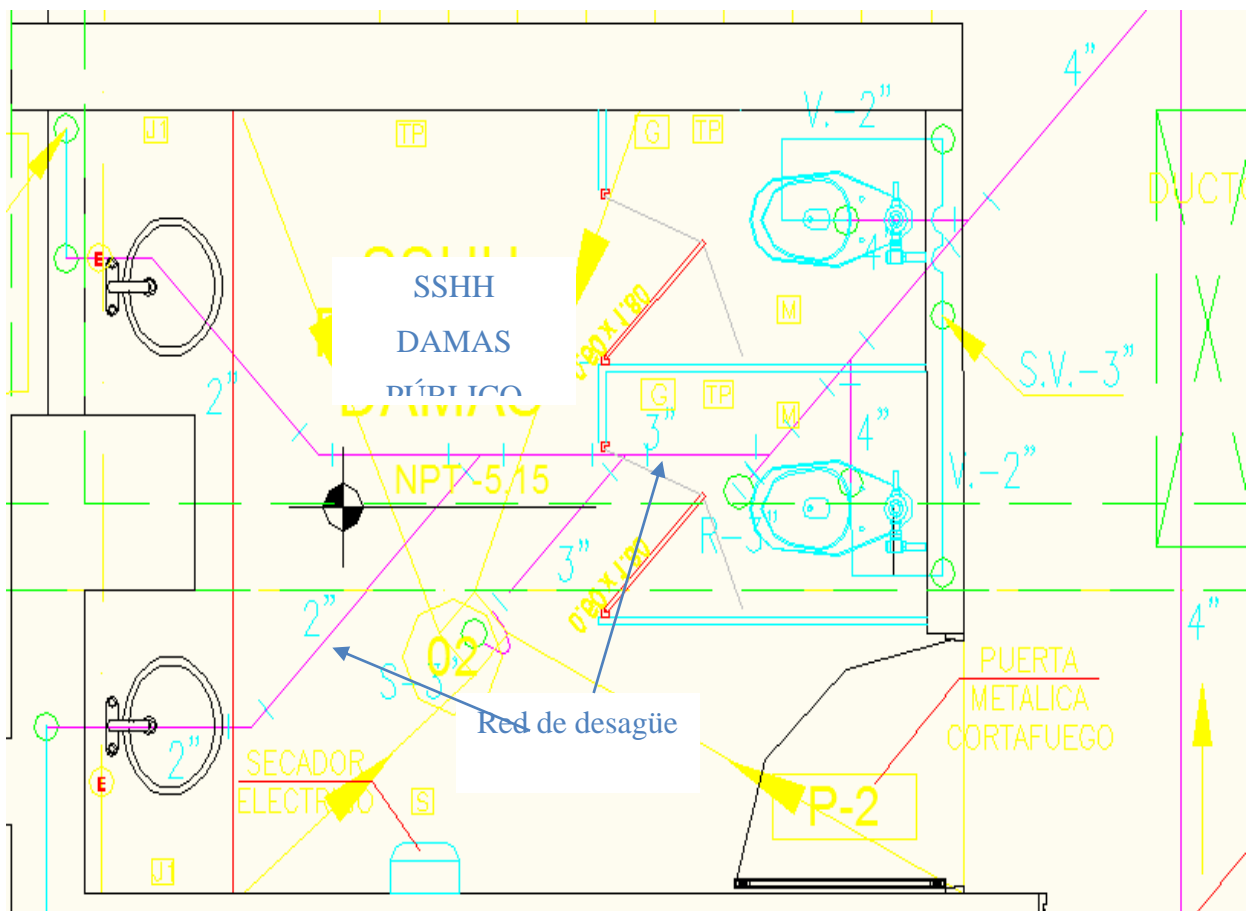
**APROBACIONE S**

Contratista	Supervisión
Firma	Firma
Fecha:	Fecha:
Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:

### III.4.3.B.4 Realización de la prueba en Campo

El objetivo de esta prueba es identificar posibles filtraciones en las tuberías de desagüe del baño de damas (público) ubicado en sótano, para ello se procedió a inundar las tuberías de desagüe, previo a ello se colocaron tapones en las salidas más bajas. Seguidamente se tomó como referencia una de las salidas, procediendo a medir la distancia del nivel de agua hasta la parte superior de la salida con el fin de comparar dicho nivel a las 24 hrs. según especificaciones técnicas del proyecto y poder detectar posibles fugas.

Las tuberías puestas a prueba fueron de poli (cloruro) de vinilo para instalaciones de desagüe (PVC-U), y de diámetros de 2", 3" y 4".



### ZONA DE PRUEBA

Con el fin de ilustrar este procedimiento a continuación se anexa un reporte fotográfico de las pruebas y mediciones desarrolladas en campo.

## REPORTE FOTOGRÁFICO

1.



Antes de llenar las tuberías con el fluido se procedió a revisar todas las conexiones del tramo a probar.



2.



Se procedió a taponear las salidas más bajas y posteriormente se inundaron las tuberías con agua.

3.

Se tomó como referencia una salida de desagüe a la cual se midió el nivel de agua con

		<p>referencia al borde de la tubería.</p> <p>Lectura inicial: 14cm</p>
4.		<p>Después de un periodo de 24 horas, se revisó si hubo variación de nivel, siendo nula.</p> <p>Lectura final: 14cm</p> <p><math>\Delta</math> lecturas: 0cm</p> <p>Se aceptó el tramo y se dio pase al vaciado de la losa.</p>
<p>Evaluación de los resultados</p>		
<p>Según las mediciones realizadas durante el periodo de prueba no se observó diferencia de niveles por lo que se concluye que en el tramo de prueba no existen filtraciones y se da por aceptado.</p>		

Lectura inicial: 14 cm

Lectura final : 14 cm

$\Delta$  lecturas : 0 cm

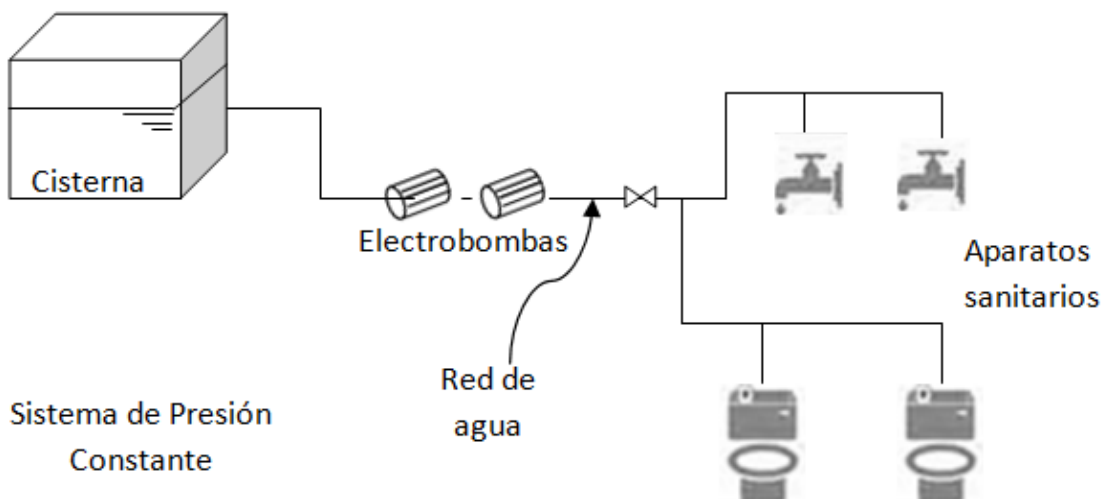
Duración : 24 horas

### III.4.3.C PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE ELECTROBOMBAS

La finalidad de esta prueba es realizar el funcionamiento del equipo de bombeo para presión constante y velocidad variable para suministrar agua a todos los servicios de la edificación, de manera que las electrobombas operen dentro de los valores nominales tanto de voltaje y amperaje según especificaciones técnicas del fabricante, y el funcionamiento del equipo como sistema cuando esté:

Operando las bombas manualmente

Operando las bombas automáticamente, el cual tiene un tiempo de alternancia, con el fin de que las bombas trabajen parejas.



#### III.4.3.C.1 Procedimiento

Se procede a medir el voltaje y amperaje asegurando que las tensiones llegadas a este punto no dañen los equipos.

Verificación del sentido correcto de giro del motor de las electrobombas.

Verificación del nivel de agua en la cisterna para evitar el trabajo en seco.

Cabar y presurizar toda la línea de tuberías hacia los servicios.

Arranque del sistema de bombeo en forma manual y en forma automática.

Realizar pruebas de trabajo alternado y simultáneo simulando consumos mayores para que la bomba arranque y apoye a la bomba que está en su horario de trabajo.

Arranque y puesta en marcha del equipo dejando el sistema de presión constante y velocidad variable en funcionamiento automático.

Finalmente se procede a la medición de caudal y presión de cada bomba con el fin de medir su desempeño.

#### III.4.3.C.2 Criterios de aceptación

Según lo requerido por el proyecto.

#### III.4.3.C.3 Formato de protocolos de pruebas

Con el fin de estandarizar y facilitar el registro del desarrollo de la prueba, sus resultados y la aprobación formal por parte de los responsables, se diseñó y mejoró un formato de protocolo de pruebas, cuya base está apoyada en formatos de contratistas y las necesidades que requiere la prueba para su conformidad.

**I. DATOS DEL EQUIPO**

**Datos de la Bomba**

Cantidad	
Marca	
Tipo	
Modelo	
Presión	
Caudal	

Proyecto:

Cliente:

Fecha:

Ubicación:

**Datos de Motor Eléctrico**

Tipo	
Protección	
Potencia	
Voltaje	
Amperaje	
Frecuencia	
Aislamiento	
RPM	

**II. PROCEDIMIENTOS**

PROCEDIMIENTO	FUNCIONAMIENTO
Verificación del sentido correcto de giro del motor de las dos electrobombas	
Verificación del control de nivel de agua en la cisterna para evitar el trabajo en seco	
Cebado y presurizar toda la línea de tuberías hacia los servicios purgando de aire en todos los puntos extremos del sistema	
Arranque del sistema de bombeo en forma manual	
Arranque del sistema en forma automática	
Pruebas de trabajo alternando y simultáneo simulando consumos mayores para que cualquier bomba arranque y apoye a la bomba que está en su horario de trabajo	
Arranque y puesta en marcha del equipo dejando el sistema de presión constante y velocidad variable en funcionamiento automático. Presión de trabajo en ___ lb/pul <sup>2</sup>	

**III. VALORES REGISTRADOS**

**IIA. Lectura de Voltaje de las Bombas**

Descripción	Fase R-S (Voltios)	Fase R-T (Voltios)	Fase S-T (Voltios)
Bomba 1			
Bomba 2			

**IIB. Lectura de Amperaje de las Bombas**

**BOMBA1**

Frecuencia de trabajo	Amperaje (Amp) Fase R	Amperaje (Amp) Fase S	Amperaje (Amp) Fase T

**BOMBA2**

Frecuencia de trabajo	Amperaje (Amp) Fase R	Amperaje (Amp) Fase S	Amperaje (Amp) Fase T

**IIC. Lectura de Presión y Caudal**

**BOMBA1**

Posición de la válvula	Presión PSI	Caudal lps
Cerrada		
Abierta		

**BOMBA2**

Posición de la válvula	Presión PSI	Caudal lps
Cerrada		
Abierta		

-----  
**OBSERVACIONES**  
 -----  
 -----  
 -----

**APROBACIONES**

<b>Contratista</b> Firma   Fecha: Nombre: Cargo:	<b>Supervisión</b> Firma   Fecha: Nombre: Cargo:
--------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------



#### III.4.3.C.4 Desarrollo de la prueba en campo

Se realizó la prueba al Sistema de Presión Constante y Velocidad Variable que consta principalmente de:

2 electrobombas centrifugas.

Motor Tipo Jaula de ardilla de 3HP, 380v, 4.86 Amp., 60 HZ Y 3500 RPM.

Tablero con 2 variadores de velocidad, para dos electrobombas de 3 HP, 380 V, y control de alternancia y simultaneidad.


Posterior a la toma de datos de los equipos se procede a la toma de voltaje y amperaje para la bomba 1 y bomba 2, obteniendo los valores siguientes:

Lecturas de Voltaje			
Descripción	Fase RS (Voltios)	Fase ST (Voltios)	Fase RT (Voltios)
Bomba 1	382	379	382
Bomba 2	383	380	382

Lectura de Amperaje					
Amperaje (Amp).	Amperaje (Amp).	Amperaje (Amp).	Amperaje (Amp).	Amperaje (Amp).	Amperaje (Amp).
Fase R--B1	Fase S-B1	Fase T-B1	Fase R-B2	Fase S-B2	Fase T-B2
3.45	3.84	3.51	3.25	3.50	3.36

Seguidamente se procede a medir la presión con la válvula de descarga cerrada y otra lectura con la válvula abierta, siendo lo valores:

Lectura de Presión	
Posición de la válvula de descarga	Presión PSI
Cerrada	79PSI
Abierta	50PSI

<p>REPORTE FOTOGRÁFICO</p>		
1.		<p>Mediciones de voltaje y amperaje para la bomba 1 y 2.</p>
2.		<p>Verificación de la calibración del manómetro.</p>

		
3.		Lectura de presiones con válvula de descarga abierta y cerrada.
4.		Puesta en marcha en modo automático

## Evaluación de los resultados

El control de nivel está correctamente calibrado para evitar el trabajo en seco cuando la cisterna se encuentra con bajo nivel de agua.

El voltaje medido al momento de la pruebas indicaron un promedio de 381.5 V., cuyos valores se encuentra dentro del rango requerido.

Los valores del amperaje en los motores medidos a la fecha de estas pruebas indican consumo de corriente de 3.51 amperios en promedio para una frecuencia de trabajo de 42.5 Hertz, lo que indica que el consumo para una bomba esta alrededor del 70%, no llegando a su consumo máximo (60Hertz).

El equipo de presión constante la bomba 1 y 2, se encuentran dentro del parámetro normal en funcionamiento en manual y automático con una presión en el sistema de 50 PSI.

Con la aplicación de los procedimientos y protocolos de prueba a los sistemas anteriormente vistos en el presente capítulo queda demostrado que contar con procedimientos y formatos estandarizados como los que se presentan, donde los procedimientos y protocolos de pruebas están estandarizados en base a normativas nacionales e internacionales, permite guiarnos e ilustrarnos al momento de querer desarrollar un plan de calidad y aplicar los controles de aceptación para los principales sistemas y equipos; y de esta manera llegar al producto final deseado con mayor eficacia.

## **III.5 INSTALACIONES DE GAS**

A manera de resumen, se describen los procedimientos, características y/o especificaciones técnicas generales para la instalación del sistema para el uso de GLP, teniendo en cuenta lo exigido por las normas nacionales e internacionales tomadas como estándares técnicos. Este capítulo tiene como objetivo establecer e ilustrar los procedimientos para la verificación de los controles de calidad mediante la prueba de hermeticidad de las redes de distribución de baja, media y alta presión de las diferentes instalaciones de GLP, así como también se ofrece una propuesta de formato de protocolo de pruebas diseñado con bases apoyadas en las necesidades exigidas por el desarrollo de la prueba y los criterios de aceptación que requiere las normativas vigentes, así como también la experiencia propia de la autora.

### **III.5.1 NORMAS APLICADAS**

NTP 321.123:2012 GAS LICUADO DE PETRÓLEO. Instalaciones para consumidores directos y redes de distribución.

NTP 321.121:2008 Instalaciones internas de GLP para consumidores directos y redes de distribución.

### **III.5.2 DESCRIPCIÓN**

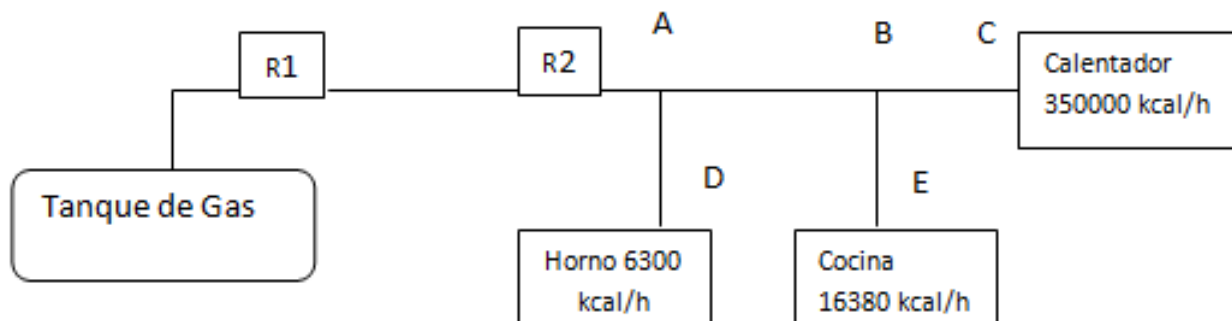
Las instalaciones del sistema para uso del GLP, se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

Zona de almacenamiento y área de influencia del tanque de GLP

Reguladores de alta presión

Reguladores de Baja presión

Tuberías



## ZONA DE ALMACENAMIENTO

En la mayoría de nuestros proyectos la zona de almacenamiento del tanque está conformada por un tanque estacionario, fabricado con planchas de acero laminadas en frío especial para el almacenamiento de GLP y cuya ubicación se ejecuta en conformidad con lo señalado en el capítulo 6 de la NTP de instalaciones de GLP para consumidores directos y redes de distribución N°321.123-2007. Se emplea un tanque horizontal debidamente anclado en el techo de la edificación.

## VÁLVULAS Y/O ACCESORIOS DEL TANQUE ESTACIONARIO DE GLP

El tanque cuenta con los siguientes accesorios:

**Válvula de Seguridad:** Instalada con la finalidad de aliviar la presión interna del tanque, en caso de producirse un sobrepresión.

**Válvula de llenado:** Permite la conexión de la manguera de la cisterna al tanque para su llenado.

**Válvula de servicio:** Controla la salida de GLP del depósito hacia los puntos de consumo.

**Válvula de retorno de vapores:** Mantiene un equilibrio de presiones entre las fases gaseosas durante la transferencia del GLP desde el camión cisterna al tanque.

**Indicador de Nivel:** Indica la cantidad porcentual aproximada de GLP en fase líquida en el depósito.

**Manómetro:** Indica la presión del vapor de GLP en el interior del tanque, el cual es variable dependiente de la temperatura de composición del gas.

Placa de Identificación: Contiene datos importantes del tanque.

### REGULACIÓN DE PRESIÓN DE 1ERA ETAPA

El sistema de regulación de presiones es el denominado de doble etapa, en el cual se emplea un sistema de regulación de primera etapa en combinación con uno o más reguladores denominados de segunda etapa.

Este sistema permite regular la variable presión de salida del equipo de vaporización, a una presión de salida regulada y constante aguas abajo a la salida del regulador de primera etapa, este regulador de primera etapa está instalado lo más cercano posible a la salida del tanque.

### REGULACIÓN DE PRESIÓN DE 2DA ETAPA

La presión media de la red de primera etapa, se baja a la presión de trabajo de los quemadores de los equipos que utilizan el GAS LP.

### TUBERIAS

Los tubos empleados para este sistema puede ser de, acero, cobre y latón, Aluminio, acero inoxidable corrugado, plástico, entre otros, según las normas ASME y ASTM. Para el caso de nuestros proyectos de supermercados empleamos tuberías de cobre tipo L, siendo todo el recorrido de tuberías de color amarillo según la normativa.

## **III.5.3 PRUEBA DE HERMETICIDAD**

### **III.5.3.1 Generalidades**

Antes de la puesta en servicio del sistema, todas las instalaciones de tuberías deberán ser inspeccionadas y probadas con el fin de verificar que los materiales y la instalación cumplen con las normativas y el proyecto.

La inspección consiste en el examen visual de las redes y conexiones verificando que estas no se encuentren dañadas, posterior a esto se realizará la prueba de hermeticidad a todo el sistema.

La prueba de hermeticidad consiste en someter las tuberías de gas a presión utilizando nitrógeno, dióxido de carbono o un gas inerte, pero nunca oxígeno ni gases inflamables, esta prueba se

realiza con el fin de detectar la existencia de una posible fuga, en el caso de que no se detecte ninguna falla, el sistema está listo para ser puesto en servicio.

En el caso de instalación de nuevos ramales, se requiere probar solo el nuevo ramal, no siendo necesario probar las antiguas.

Considerar que bajo ninguna circunstancia se deberá usar una válvula de línea como una contención entre el gas en una sección del sistema de tuberías y el medio de prueba en una sección adyacente. Una válvula no deberá estar sujeta a la prueba de presión a menos que pueda ser determinado que la válvula está diseñada para resistir de forma segura dichas presiones.

### **III.5.3.2 Consideraciones previas a la prueba**

Asegurar que las uniones de los tubos incluidas las soldaduras queden expuestas con el fin de examinarlos durante la prueba. Solo se permitirá ocultar o cubrir los tramos que previamente hayan sido probados.

Verificar que el interior de las tuberías se encuentre libre de todo material extraño.

### **III.5.3.3 Criterios de Aceptación**

Antes de describir el procedimiento de esta prueba debemos considerar los parámetros que detallaremos a continuación para su realización:

Para la realización de esta prueba se deberá contar con un manómetro calibrado, y de tal manera que la presión de prueba se encuentre entre el 25% y el 75% de su rango de alcance, y tenga un grado de precisión D según la norma ASME B40.100 o norma técnica equivalente.

La presión de prueba no deberá ser menor que 1.5 veces la presión de trabajo máxima, pero no menor que 20 kPa manométrico (3psig). Cuando la presión de prueba exceda las 862 kPa (125 psig), la presión de prueba no deberá exceder el valor que produce en el tubo un esfuerzo tangencial mayor que el 50% del esfuerzo de fluencia mínima específica del tubo.

Referente a la duración de la prueba no deberá ser menor que media hora por cada 14m<sup>3</sup> (500 pies<sup>3</sup>) del volumen del tubo o fracción del mismo. Si el volumen fuera menor que 0.28 m<sup>3</sup> (10 pies<sup>3</sup>), la duración deberá ser como mínimo de 10 minutos. Considerar que para periodos largos



de prueba se deberá considerar el efecto de la temperatura en la presión ya que la caída de temperatura puede causar una caída de presión y llevar a conclusiones erróneas tal como posibles fugas en la red.

De no existir variaciones en la presión indicada por el manómetro la prueba se considera satisfactoria

### **III.5.3.4 Descripción de las Pruebas**

#### III.5.3.4.1 Prueba de hermeticidad en red de media presión

El procedimiento para realizar estas pruebas se aplica para aquellas redes de GLP con presiones manométricas de servicio entre 0.725 PSI y 58 PSI equivalente a 0.05 bar Y 4 bar.

#### **PROCEDIMIENTO:**

Desconectar el regulador de primera etapa e instalar el equipo probador con válvula y manómetro de 0 – 100 PSI (recomendables) en la toma donde se presurizará la red.

Cerrar todas las válvulas antes de los reguladores de baja presión (estos se pueden dañar debido a la presión de prueba). Verificar que todas las llaves de paso estén abiertas.

Conectar la salida del compresor ó de la botella de nitrógeno al equipo probador.

Presurizar la red con el aire o nitrógeno hasta un poco más de la presión de prueba el proceso de presurizado se debe hacer lentamente utilizando para ello la válvula del equipo probador.

Esperar unos minutos a que se establezca la presión.

Cerrar la válvula y desconectar el compresor o la botella de nitrógeno.

Abrir la válvula del equipo probador para reducir la presión lentamente hasta que la presión manométrica alcance exactamente la presión de prueba.

La red presurizada debe mantener la presión en un periodo de prueba según la normativa, durante ese periodo no debe existir variaciones de presión registradas por el manómetro.

De existir alguna fuga, esta se debe reparar inmediatamente y volver a realizar la prueba.

De no existir variaciones de presión, se considera que la red no tiene fugas.

Nota: Usar el procedimiento de baja presión en caso se prueben líneas para equipos consumidores en MP y usando las presiones de pruebas normadas.

#### III.5.3.4.2 Prueba de hermeticidad en red de baja presión

Este procedimiento se aplica para aquellas redes de GLP que operarán con presiones manométricas menores a 0.725 PSI equivalente a 0.05 bar.

Esta prueba comprenderá dos etapas:

*Prueba de baja presión sin considerar equipo de consumo:* Se efectuará considerando el tramo comprendido entre el regulador de segunda etapa hasta la llave de corte ubicada justo antes del equipo de consumo la cual debe estar cerrada.

*Prueba de presión considerando equipo de consumo:* Se efectuará una segunda prueba considerando los equipos de consumo conectados a la red. Para ello la llave de corte deberá estar abierta, de esta manera se probaran las tuberías y llaves de control de los equipos de consumo que deberán soportar la presión de prueba.

##### A. Procedimiento de prueba de baja presión sin equipo

Verificar que todas las llaves de arranque de los equipos de consumo estén cerradas.

Desconectar el regulador de segunda etapa y conectar en su lugar un equipo probador con manómetro y válvula de corte.

Conectar la salida del compresor o de la botella de nitrógeno al equipo de probador.

Presurizar la red con el aire o nitrógeno hasta alcanzar la presión de prueba. El proceso de presurizado se debe hacer lentamente utilizando para ello la válvula del equipo probador. Esperar que se establezca la presión.

La red presurizada debe mantener la presión de prueba durante todo el periodo establecido sin variación alguna en lo indicado por el manómetro. Paralelamente se debe revisar todas las

conexiones visibles con agua jabonosa, para verificar si existe fuga (las fugas formarán burbujas con el agua jabonosa).

De haber alguna fuga se debe reparar y volver a realizar la prueba.

De no existir variaciones en la lectura del manómetro se considera que la red no tiene fugas.

## B. Procedimiento de prueba de baja presión con equipo

Una vez terminada la primera etapa de la prueba de hermeticidad en baja presión se procederá a la segunda etapa en la que se considerará las tuberías y accesorios de los equipos de consumo.

Para efectuar la segunda prueba deberá estar conectada la red a los equipos de consumo y se deberá verificar que estén cerradas las llaves de estos.

Se procederá a abrir la válvula de corte del equipo probador de tal manera que la presión disminuya hasta que la red de baja presión alcance la presión de prueba.

El equipo probador deberá contar con un manómetro de menor alcance (se recomienda de 0 a 60 pulgadas de WC), para ello se procederá a cambiar el manómetro cerrando la válvula de corte ubicada antes del manómetro.

Abrir la válvula de corte ubicada antes del equipo de consumo.

Se procederá a abrir la válvula del equipo probador hasta alcanzar la presión de prueba.

La red presurizada debe mantener la presión sin variaciones de presión en el manómetro durante todo el tiempo de prueba.

Revisar todas las conexiones visibles con agua jabonosa, para verificar si existe fuga (las fugas formarán burbujas con el agua jabonosa).

De haber alguna fuga se debe reparar y volver a realizar la prueba.

De no existir variaciones en la lectura del manómetro se considera que la red no tiene fugas.

### **III.5.4 FORMATO DE PROTOCOLO DE PRUEBAS**

Para estas pruebas se diseñó una propuesta de formato de protocolo de pruebas con el fin de estandarizar y facilitar el registro del desarrollo de la prueba, sus resultados y la aprobación formal por parte de los responsables.

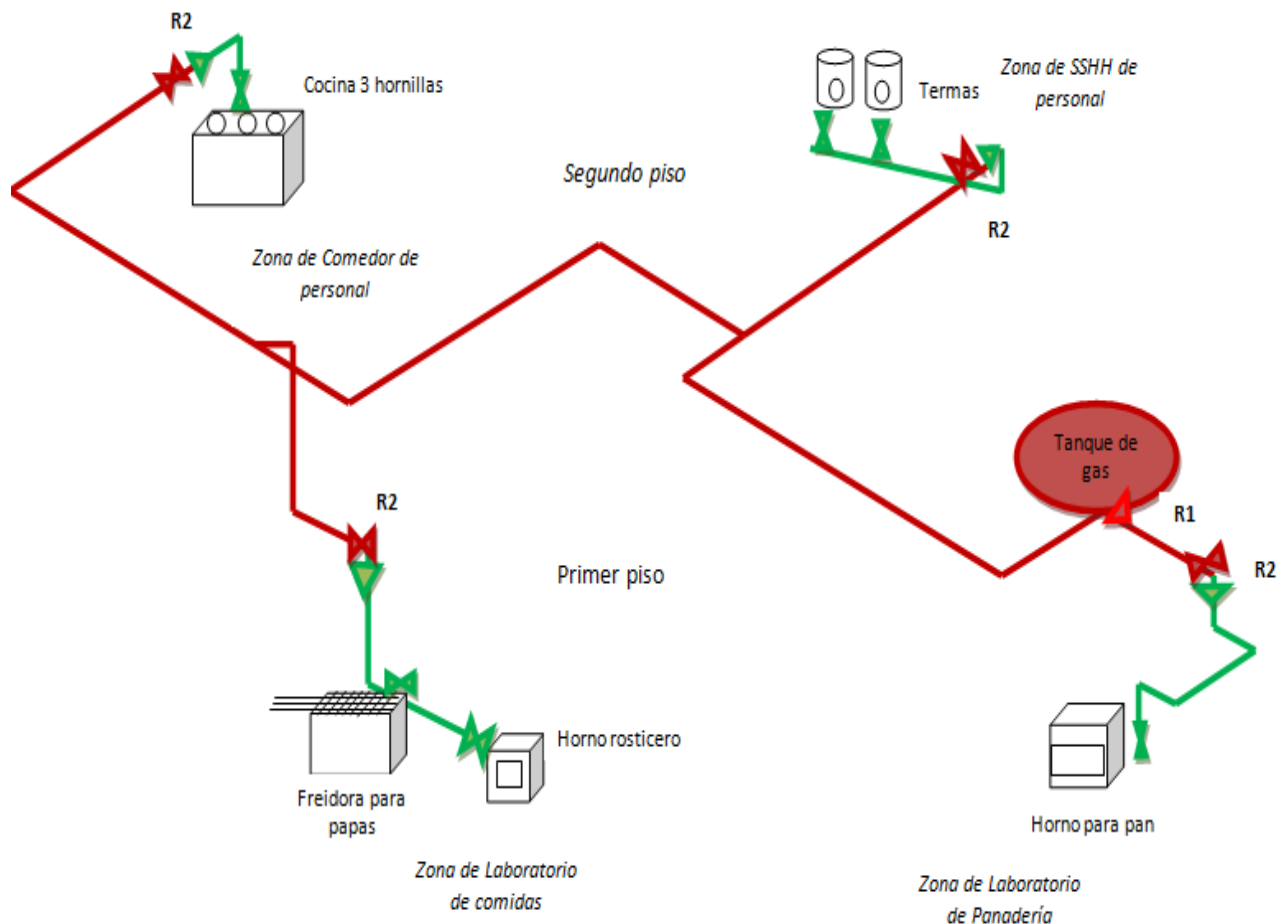
La propuesta considera todos los aspectos del sistema tales como su uso, materiales empleados, tipo de fluido empleado para la prueba, datos del equipo de medición (se exige su calibración); y resultados de medición con el fin de aprobar los tramos a prueba. Cabe resaltar que el desarrollar la prueba con equipos de medición no calibrados, automáticamente se invalida la prueba, debiendo desarrollarse nuevamente con equipos de medición aprobados.



02 termas

01 cocina industrial de 3 hornillas

A continuación se muestra esquema del sistema instalado:





Para fines ilustrativos, nos enfocaremos en la prueba de hermeticidad de red de equipos consumidores la cual alimenta a los equipos mencionados líneas arriba.



Previo a la prueba verificamos la calibración del equipo de medición, cuya marca es FIMET de rango de 0 – 60 PSI (0 – 4 bar).

Considerando que la presión de operación es de 1.1 bar, se tomó como presión de prueba 1.5 veces la presión de operación siendo igual a 1.7 bar, por un periodo de 10 minutos. Tal como lo indica el procedimiento, previo a la prueba se cerraron las válvulas de los equipo de consumo, se


desconectaron los reguladores de segunda etapa instalándose en su lugar el equipo probador. Para la realización de esta prueba se inyectó nitrógeno a todo el canalizado de la red a prueba dejándola presurizada durante 10 minutos. Al término del periodo no se observó ninguna variación de presión en el manómetro, por lo tanto se dio por aceptado el tramo a prueba.

## REPORTE FOTOGRÁFICO

<p>1.</p>	 <p>(a)</p>  <p>(b)</p>	<p>Todas las llaves destinadas a consumo de artefactos fueron cerradas para el éxito de la prueba.</p> <p>En el caso de la figura (a) se puede apreciar la válvula de hornos cerrada.</p> <p>Para el caso de la figura (b) se puede apreciar la válvula de cocina cerrada.</p>
<p>2.</p>		<p>La línea se dejó con una presión de prueba de aproximadamente 1.5 veces la presión de trabajo según la normativa.</p>

		<p>Presión de trabajo: 1.1 bar.</p> <p>Presión de prueba: 1.7 bar.</p> <p>Tal como se muestra en la figura la presión inicial es de 1.7 bar (25PSI)</p>
3.		<p>Una vez finalizado el periodo de prueba se realizó una revisión del estado de presión, no observándose variación en el manómetro, concluyendo que no existen fugas en el tramo a prueba, dándose por aceptado.</p> <p>Presión final: 1.7 bar (25PSI)</p>
Evaluación de los resultados		
<p>La red pasó satisfactoriamente la prueba de hermeticidad al no detectarse variación en la presión indicada en el manómetro.</p>		



	<b>Acta de Conformidad</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">001</span> - Prueba de Hermeticidad	Código : SV/G-008 Revisión : 001
	<b>Instalaciones GLP/Gas Natural</b>	Aprobado: Gerencia Fecha : 18/05/11

Encargado: Jorge Oliviera Fecha: 06/02/12

Cliente: Supermercados Peruanos

Dirección: \_\_\_\_\_

Última calibración del manómetro Nuevos Datos Generales - Tipo de Gas GLP Prueba con Nitrogeno

Marca del manómetro: Finnel Italy

Rango del manómetro de prueba: 0-60 PSI/0-4 bar

Longitud de la red: 200 mts

Material de las tuberías: Cobre

Nro. de serie: /

Datos de la prueba

Presión de operación de las tuberías: 1,2 bar

Presión de prueba: 1,7 bar

Presión inicial: 1,7 bar

Presión final: 1,7 bar

Hora de inicio de la prueba: 05/02/12 - 17:00

Hora de término de la prueba: 06/02/12 - 13:20

Resultados

¿Pasó la prueba de hermeticidad?	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
¿Se encontraron puntos de fuga?	<input type="checkbox"/>	SI
¿Se reparó la fuga?	<input type="checkbox"/>	NO

Observaciones

Firma del cliente [Signature] Jy Oliviera Subrog. S.A

Firma Supervisor [Signature] 4281739



Queda demostrado que contar con manuales de calidad como el que se presenta, donde los procedimientos y protocolos de pruebas están estandarizados en base a normativas nacionales e internacionales, permite guiarnos e ilustrarnos al momento de querer desarrollar un plan de calidad y aplicar los controles de aceptación para los principales sistemas y equipos; y de esta manera llegar al producto final deseado con mayor eficacia.

## **III.6 SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS**

### **III.6.1 DESCRIPCIÓN**

El sistema de Agua Contra Incendios es un sistema compuesto por un conjunto de tuberías, dispositivos y accesorios interconectados entre sí desde una estación de bombeo hasta un aplicador termo sensible (rociador) que tiene como objetivo descargar agua con el fin de controlar un incendio en su etapa inicial. Este capítulo explica el funcionamiento del sistema, proponiendo a su vez procedimientos y diseño de formatos de prueba estandarizados con el fin de dar cumplimiento a las exigencias del Sistema de Gestión de Calidad basado en la norma ISO 9001 y facilitar la aplicación de los controles de calidad en campo. Cabe resaltar que los procedimientos y formatos propuestos están basados en las normativas nacionales e internacionales así como la experiencia y buenas prácticas. Con el fin de ilustrar los procedimientos propuestos este capítulo incluye el desarrollo de las pruebas en campo y los resultados obtenidos.

### **III.6.2 NORMAS APLICADAS**

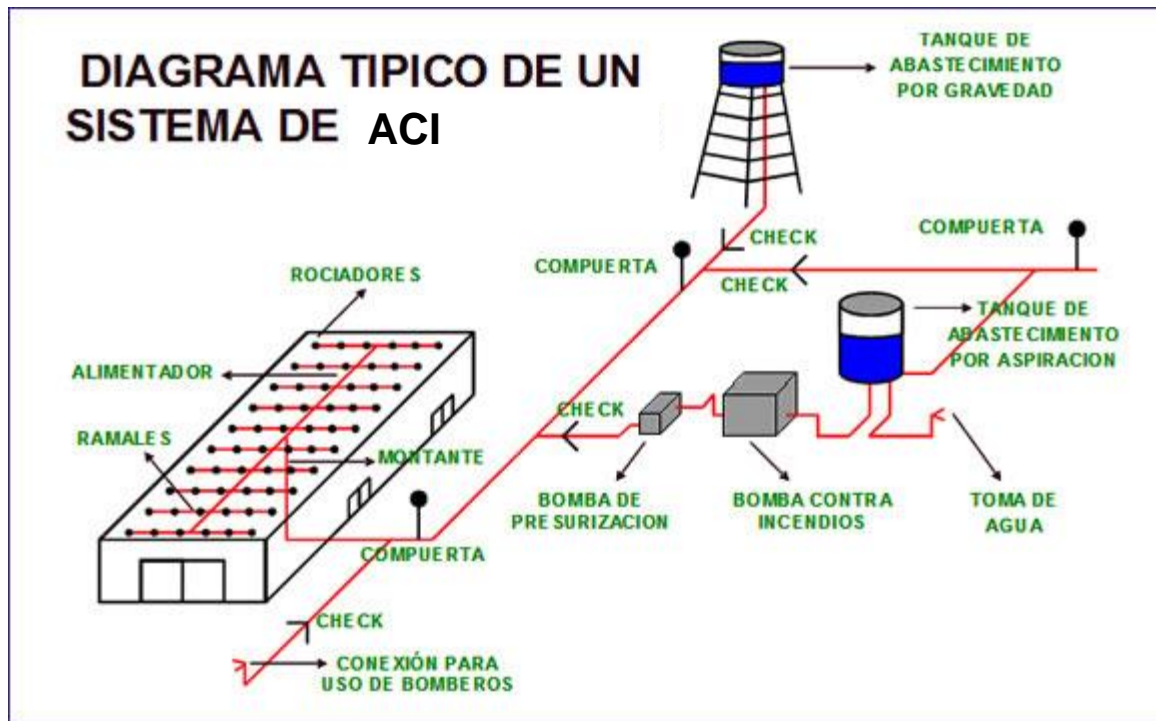
NFPA 13: 2010 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.

NFPA 20 Norma para instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios.

RNE A 130 Requisitos de seguridad.

### **III.6.3 FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA**

Para el caso de supermercados empleamos el sistema completamente automático y que mantiene presurizadas las tuberías de las montantes, red de gabinetes y sistema de rociadores automáticos hasta el cabezal de distribución esto quiere decir que el sistema empieza a actuar ante un requerimiento de Aire: por ejemplo la apertura de un rociador o de una válvula de gabinete contra incendios. A continuación mencionaremos sus componentes:



### III.6.3. ASISTEMA DE BOMBEO

La instalación de Bombeo de ACI está Conformado por Bomba, motor, tablero y suministro de agua y diseñada de acuerdo al NFPA 20 (Según norma A.130 art.152)

#### III.6.3.A.1 Reserva de Agua Contra Incendios

Para el caso tipo Retail hemos implementado cisternas para consumo y otra exclusiva para el sistema contra incendios como suministro para este sistema. Según la norma A.130 en el sub capítulo VIII, señala que el suministro también se puede dar directamente a la red pública, agua proveniente de las autobombas del Cuerpo de Bomberos, tanques elevados, cisterna de uso común para consumo y para el sistema contra incendios, en este caso deberá instalarse la salida del agua para consumo de manera tal que se reserve siempre el saldo de agua requerida para combatir el incendio.

#### III.6.3.A.2 Bomba contra incendio

En una emergencia de incendio la demanda de agua por cualquier dispositivo contra incendio producirá que el sistema pierda presión, esta pérdida de presión al no ser compensada por la bomba jockey originará el arranque automático de la motobomba principal cuándo el sistema

decaiga, la forma de detener la motobomba es de manera manual, una vez controlado ó extinguido el incendio.

Se debe resaltar que la motobomba principal es la única que combate un incendio debido al caudal y presión para la cual fue diseñada.

Deberá ser diseñada e instalada de acuerdo a la norma NFPA 20, según la norma A.130 art.152.

#### III.6.3.A.3 Bomba Jockey

La bomba jockey tiene por función mantener la presión del sistema, es decir compensar las pequeñas pérdidas de presión que pudieran originarse (fugas en las tuberías, cambios de temperatura, etc.), evitando de esta manera arranques innecesarios de la motobomba principal.

Según la norma A.130 art. 155 necesariamente estas deberán ser instaladas para sistemas automáticos y no necesitan ser listadas para uso contra incendios.

#### III.6.3.A.4 Tablero Controlador

El interruptor de presión del tablero controlador de la bomba jockey está regulado para hacerla arrancar cuándo la presión decaiga y la haga parar cuándo llegue a estabilizarse (presión adecuada).

#### III.6.3.A.5 Motor Diesel

Debe contar con certificación UL y aprobado por FM y deberá contar con las condiciones necesarias de funcionamiento del lugar de emplazamiento. Cuenta con medidor de presión de aceite, tacómetro y registro de funcionamiento (hrs o rpm totales), tiene también medidor de temperatura de líquido refrigerante.

### **III.6.3.B SISTEMA DE GABINETES CONTRA INCENDIOS**

Como parte del Sistema ACI se considera la instalación de un sistema de gabinetes de agua contra incendio unido a la red de rociadores automáticos, Este sistema permite alcanzar toda el área por medio de mangueras (diámetro 1 ½ “ y 30mts de longitud) según norma A.130 artículo 111, además se han previsto salidas de 2 1/2" para uso por parte de la compañía General de bomberos (según norma A.130 art. 129), Según el requerimiento de la NFPA 14, cada manguera trabaja a

150 PSI garantizando un caudal de 100 gpm y las salidas a válvulas angulares de 2 1/2" garantizan un caudal de 250 gpm.

### **III.6.3.C SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS**

La característica constructiva del sistema está basada en la normativa NFPA 13 (según requerimiento de la norma A.130 art.162)

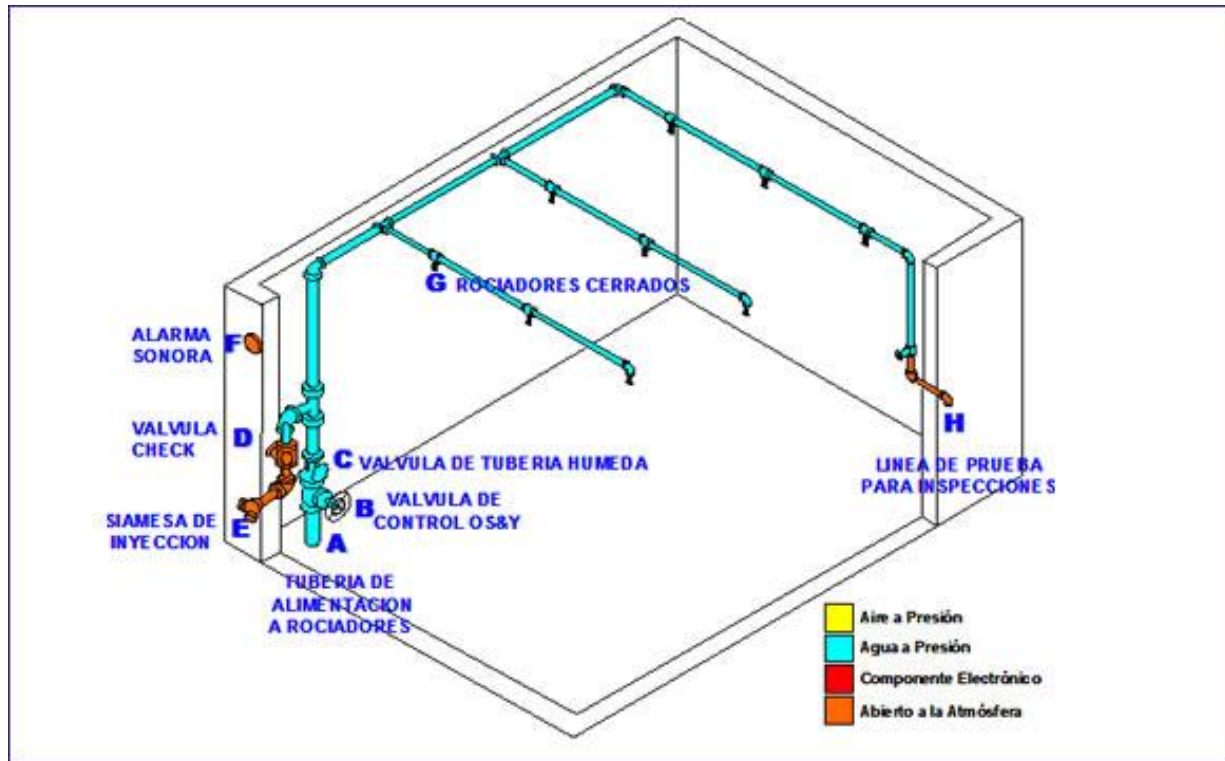
El sistema consiste en un conjunto de tuberías, rociadores, válvulas y componentes necesarios para una correcta Instalación y funcionamiento del sistema ante un evento de incendio.

El agente extintor que combate el fuego es agua a presión, la misma que es expulsada por los rociadores afectados.

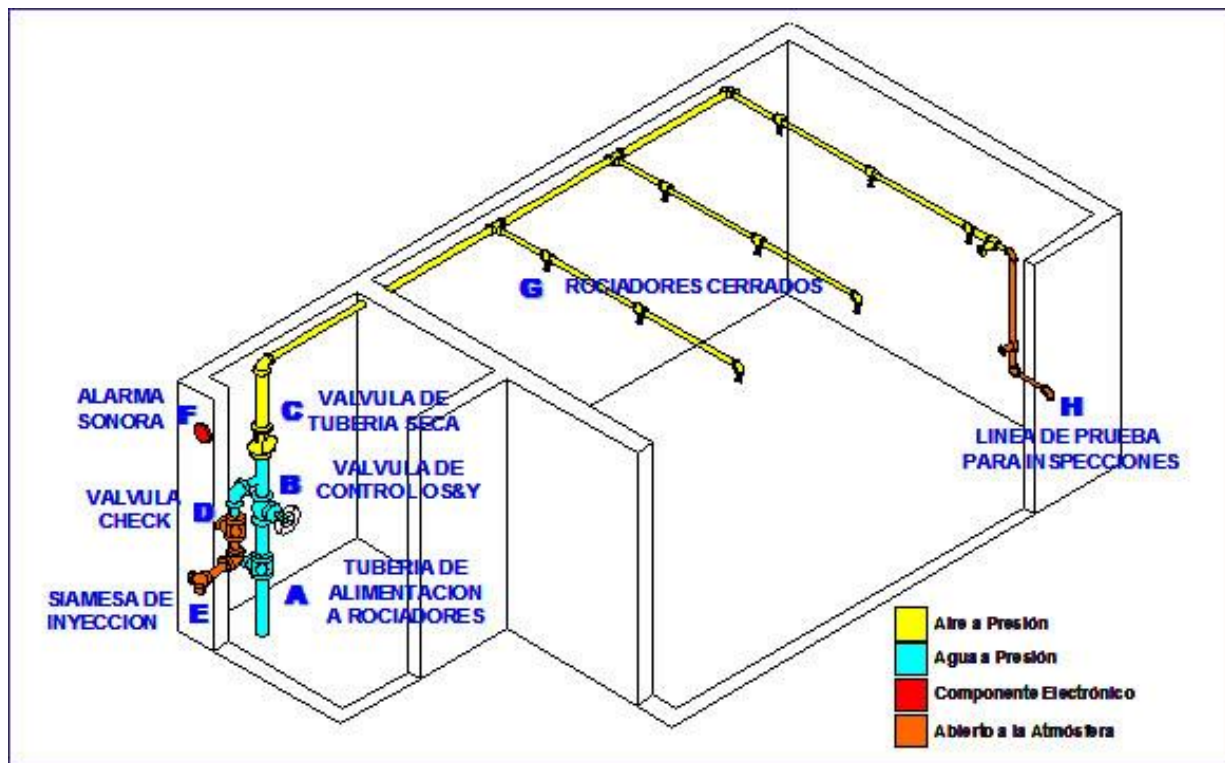
El rociador al recibir más temperatura para el cuál fue diseñado rompe su bulbo o lamina según sea el tipo. Es entonces cuando el rociador libera el montaje del botón (tapón) iniciando de esta manera el abanico de agua con el cual se combate el incendio.

#### III.6.3.C.1 Tipos de Sistemas

Sistema tipo Húmedo	Sistema Tipo Seco
Sistema que emplea rociadores automáticos, conectados a un sistema de tubería que contiene agua y que, a su vez, se conecta a un suministro de agua, de tal forma que descarga agua inmediatamente después de que un rociador es abierto por el calor del fuego.	Sistema que emplea rociadores automáticos, conectados a un sistema de tubería que contiene aire o nitrógeno bajo presión, cuya liberación a partir de la apertura de un rociador, permite que la presión del agua abra la válvula seca. El agua fluye dentro de la tubería del sistema y sale por los rociadores abiertos

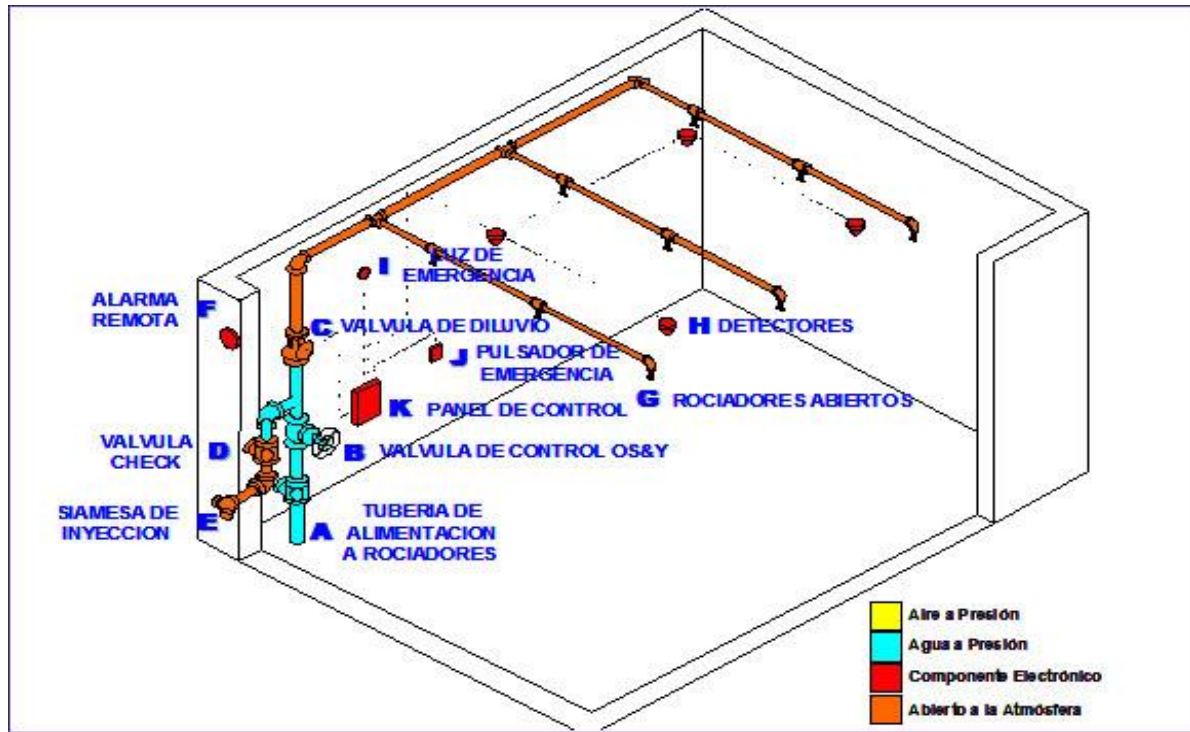


Sistema Tipo Húmedo

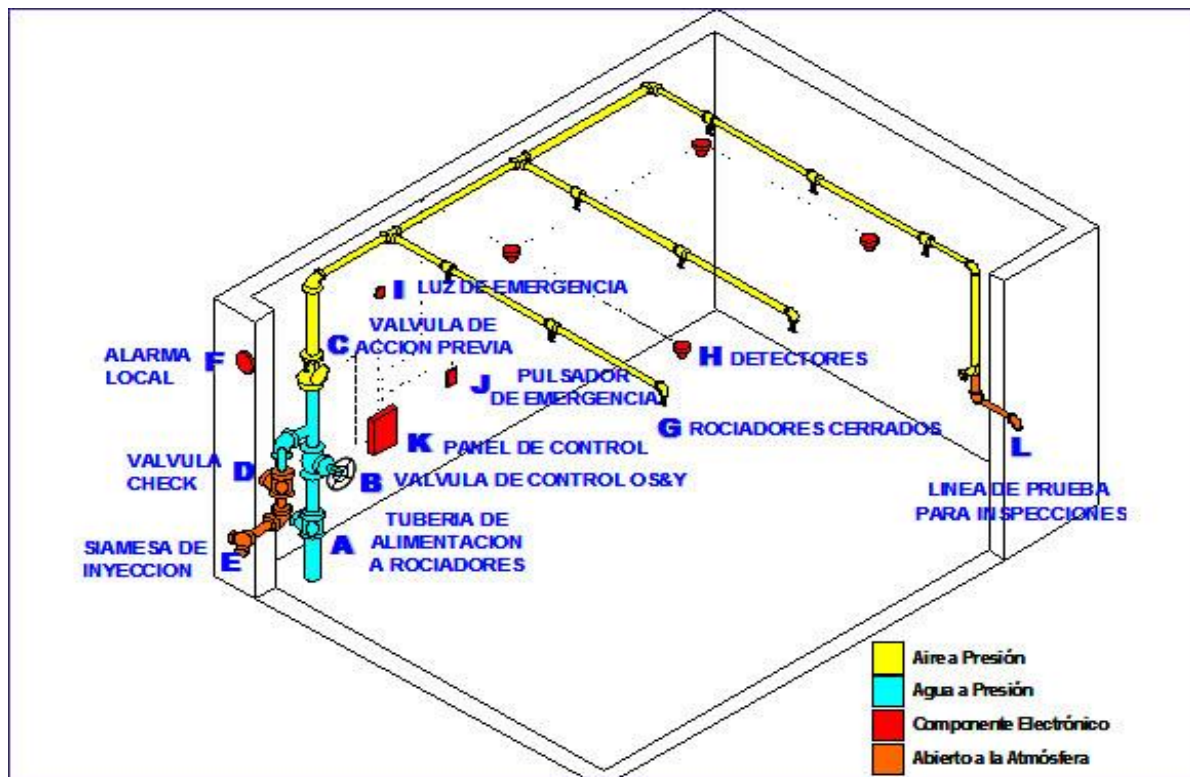


## Sistema Tipo Seco

Sistema tipo Diluvio	Sistema de Preacción
<p>Sistema que emplea rociadores abiertos conectados a un sistema de tubería y a una válvula de diluvio la cual se abre por la operación de un sistema de detección instalado (humo, calor, llama) en las mismas áreas de los rociadores, cuando el sistema de detección se activa, envía una señal de apertura a una válvula que contiene el agua bajo presión, cuando esta válvula abre, el agua fluye en la tubería del sistema y descarga desde todos los rociadores conectados a ella.</p>	<p>Sistema que emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tubería que contiene aire que puede o no estar bajo presión; con un sistema de detección suplementario instalado en las mismas áreas que los rociadores. La activación del sistema de detección abre la válvula que permite que el agua fluya dentro de la tubería del sistema de rociadores y es descargada desde cualquier rociador que esté abierto.</p>



Sistema tipo Diluvio



Sistema de Preacción



### III.6.3.C.2 Rociadores

Un rociador es un aplicador de agua con un tapón termo sensible que está diseñado para destruirse a temperaturas pre-determinadas, provocando en forma automática la liberación de un potente chorro de agua pulverizada, que puede combatir el fuego justo en la zona donde éste se ha iniciado. Los sistemas de rociadores automáticos son el método más eficiente existente en la actualidad para evitar la propagación de los incendios y salvar vidas humanas.

Debemos considerar que los rociadores no están diseñados para extinguir el incendio, sino para aumentar el tiempo disponible para extinguir el incendio. Entre sus beneficios podemos mencionar los siguientes:

Aumentan el tiempo del Flash Over.

Disminuyen las concentraciones de gases tóxicos.

Disminuyen la temperatura del cuarto.

Empujan la zona caliente reduciendo la ventilación y consecuentemente el crecimiento del incendio.

Aumentan la visibilidad (el hollín es soluble en agua).

### III.6.3.C.3 Temperatura de Activación

Los rociadores automáticos se clasifican según la temperatura a que actúan, que se obtiene por medio de pruebas normalizadas en las que se sumerge el rociador en un líquido cuya temperatura se eleva muy lentamente hasta que el rociador reacciona.

La clasificación de temperaturas de todos los rociadores automáticos, con mecanismo a base de fusible, está estampada en el enlace fusible. Los rociadores que funcionan según otros principios llevan también la clasificación de temperatura estampada en alguna de las piezas móviles.

A continuación se adjunta una tabla de clasificación de rociadores según la temperatura de activación y su color de referencia.

TEMPERATURA DE ACTIVACIÓN (°C)	CLASIFICACIÓN	CÓDIGO DE COLOR	DE	COLOR DE BULBO DE VIDRIO
59 - 77	Ordinaria	Incoloro		Naranja o rojo
79 - 107	Intermedio	Blanco		Amarillo o verde
121 - 149	Alta	Azul		Azul
163 - 191	Extra Alta	Rojo		Purpura
204 - 246	Muy Extra Alta	Verde		Negro
260 - 302	Ultra Alta	Naranja		Negro
343	Ultra Alta	Naranja		Negro

#### III.6.3.C.4 Tipo de Rociador

TIPO DE ROCIADOR	TIPO DE RIESGO	FACTOR K	USO REFERENTE
Rociador de Respuesta Rápida y Supresión Temprana (ESFR)	De acuerdo a clase I, II, III y IV	11.2, 14.0, 17.0 y 25.2	Almacenes
Rociador de Gota Gruesa (large drop)	De acuerdo a clase I, II, III y IV	11.2, 8.0 y 14.0	Almacenes

Rociador de Cobertura Extendida (EC)	Ligero y Ordinario (Grupo I y II)	5.6, 8.0, 11.2 y 14.0	Oficinas, estacionamientos, centros comerciales y supermercados.  Se debe instalar en techos lisos con una inclinación no mayor del 16.7%.
Boquilla	Sistemas de Diluvio	1.2, 1.8, 2.3, 3.2, 4.1, 5.6	Enfriamiento de estructuras / Tanques de líquido inflamables/ Tanques estacionarios de GLP.
Rociador residencial	Ligero y Ordinario (Grupo I y II)	4.3, 4.9, 5.6 y 6.0	Departamentos y Hoteles
Rociador de Respuesta rápida (QR)	Ligero y Ordinario (Grupo I y II)	2.8, 4.2, 5.6 Y 8.0	Estacionamientos, supermercados, centros comerciales, hoteles y casinos
Rociadores Especiales	Ligero	4.2, 5.6, y 8.0	Riesgos Especiales
Rociador de modo de control para aplicaciones específicas	De acuerdo a Clase I, II, III y IV	11.2 y 16.8	Almacenes
Rociador Estándar	Ligero y Ordinario (Grupo I y II)	2.8, 4.2 y 5.6	Oficinas, museos y hoteles

--	--	--	--

### **III.6.3.D TUBERIAS**

Para el caso de tuberías Subterráneas deberán estar listadas, el uso de tuberías de acero en redes enterradas no es aceptado, salvo que sea listada para ser enterrada y de uso del servicio contra incendios. Las tuberías de acero en uso externo como conexión para el departamento de bomberos son permitidas siempre y cuando se protejan internamente y externamente. Estas tuberías de acero sólo pueden usarse entre la válvula check y la siamesa de inyección. Sus uniones podrán ser roscadas ASME B.1.20.1 o soldadas según AWS B2.1 (A-130 art.149).

Todas las tuberías enterradas deberán restringir el movimiento de todo codo, curva, doblez, reducción, T o tapón mediante bloques de concreto diseñados con este fin. Dichos bloques no pueden ser fabricados de una resistencia no menor a la que se obtiene mediante una mezcla de una parte de cemento , dos y media parte de arena y cinco partes de piedra.(A-130 art.146).

Como requisitos de aceptación se deberán someter las tuberías a las pruebas de lavado de Tuberías, y Ensayo Hidrostático el cual se detallará más adelante.

Internacionalmente se usa pintar de rojo la tubería de incendios, sin embargo dependiendo del país podría haber variaciones. Se suele emplear una capa de anticorrosivo epóxico (3 mils) y dos capas de esmalte epóxico (2 mils cada una). Considerar pintar toda la tubería incluyendo sus accesorios. NTP 399.012

Todos los colgadores, soportes y formas de instalación están de acuerdo con la norma NFPA 14. Considerar también que como parte de la instalación de tuberías se debe instalar soportes antisísmicos que son elementos diseñados para evitar que la instalación se mueva libremente durante un sismo. Anulan las fuerzas tanto laterales como longitudinales que el sismo induce en la tubería.

### **III.6.4 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL SISTEMA**

Al concluir con la construcción de una edificación y antes de obtener una Licencia de Funcionamiento; los sistemas de seguridad deben ser evaluados de forma tal que garanticen la

protección a la vida y el patrimonio de los inversionistas. Todos los procesos de inspección, deben ser registrados y firmados por el técnico especialista que los realiza y mantener un soporte documentario anual.

### **III.6.4.A PRUEBAS HIDROSTÁTICAS**

#### **III.6.4.A.1 Descripción de la prueba**

La prueba consiste en inyectar agua a toda la red de prueba con la ayuda de un balde manual hidráulico y un manómetro calibrado a una presión no menor a 200 PSI ó 50 PSI por encima de la presión de operación del sistema, la que resulte mayor. Una vez alcanzada la presión de prueba, se debe mantener dicha presión por 10 minutos para que se estabilice ésta en el sistema, posteriormente esta presión se debe mantener por dos horas mientras se revisan las soldaduras (en caso aplique) uniones bridadas y roscadas en todo el sistema o segmento del mismo, para detectar la existencia de posibles fugas, en el caso de no existir, se debe disminuir la presión paulatinamente hasta cero.

Esta prueba se debe realizar con agua limpia, a fin de evitar que los sedimentos queden atrapados en los asientos de las válvulas impidiendo el correcto funcionamiento.

Para tuberías metálicas antes de iniciar la prueba hidrostática, todas las soldadura en tubería y accesorios, sistema de anclaje, deben estar inspeccionados al 100 %.

La Prueba hidrostática se debe realizar a todos los elementos que conforman el sistema de red de agua contra incendio. En caso no sea posible efectuar la prueba hidrostática al sistema completo, dicha prueba se debe efectuar por secciones.

Se deben registrar las presiones observadas, así como todos los eventos que puedan influir en el resultado de la prueba, anotando el personal, tiempos de prueba, material y equipo utilizado; además se debe elaborar el protocolo de la prueba hidrostática y firmar de conformidad los involucrados en dicha prueba.

#### **III.6.4.A.2 Criterios de Aceptación**

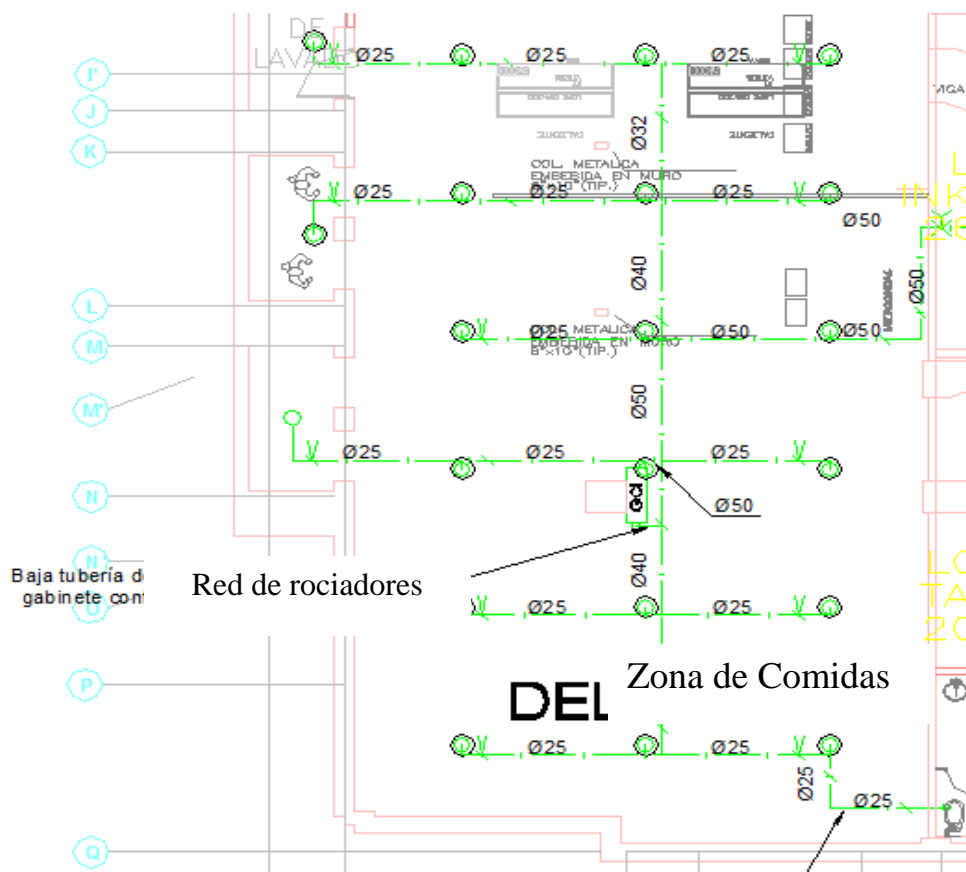
Para la aceptación de esta prueba la presión debe mantenerse sin variación durante un periodo de 2 horas.

### III.6.4.A.3 Formato de protocolo de prueba

Los formatos para esta prueba se suele usar el indicado en la NFPA 13, sin embargo se ha diseñado un formato de pruebas como formato opcional, Esta propuesta considera todos los aspectos del sistema tales como sus materiales empleados, tipo de fluido empleado para la prueba, datos del equipo de medición (se exige su calibración), y resultados de medición con el fin de aprobar los tramos a prueba. Cabe resaltar que el desarrollar la prueba con equipos de medición no calibrados automáticamente se invalida la prueba, debiendo desarrollarse nuevamente con equipos de medición aprobados.

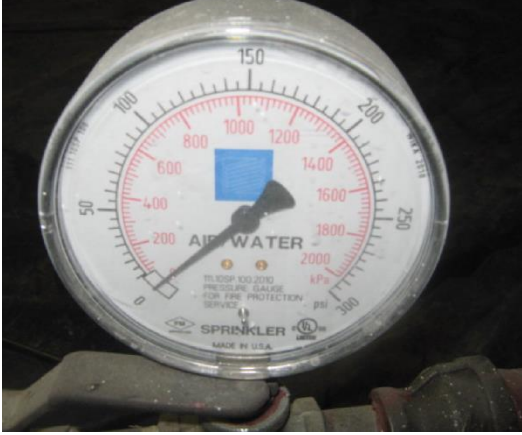





Previo a la realización de la prueba se confirmó que todas las uniones fueron verificadas al 100%, posteriormente con la ayuda del equipo de prueba (balde hidráulico + manómetro) se inyectó agua al tramo a prueba siendo todo el primer nivel (Zona de comidas), considerando que la presión de operación del sistema es de 130 PSI las redes fueron sometidas a una presión de prueba de 200 PSI medido con un manómetro instalado en el punto más bajo del sistema, a los 5 minutos de la prueba se observó una caída de presión en el manómetro, seguidamente se identificó el punto de falla, el cual fue reparado. Posteriormente se repitió la prueba por un periodo de 2 horas no mostrando ninguna variación de presión, concluyendo que no existe presencia de filtraciones.



REPORTE FOTOGRÁFICO		
1.		Verificación de la



		<p>calibración del equipo de medición (manómetro 0-300 PSI)</p>
<p>2.</p>		<p>Inyección de agua por medio del balde hidráulico, se estabilizó a una presión de prueba de 200 PSI, según la normativa.</p>
<p>3.</p>		<p>Se observó una caída de presión a los pocos minutos del bombeo de agua.</p>

4.		<p>Se procedió a la identificación de la fuga, la cual fue reparada. Seguidamente se repitió la prueba la cual se desarrollo con resultados favorables.</p>
<p>Evaluación de los resultados</p>		
<p>Luego de la identificación y reparación de las fallas, se concluye que no existe presencia de fuga en los tramos probados. Prueba aceptada.</p> <p>Presión inicial: 200PSI</p> <p>Presión Final: 200PSI</p> <p><math>\Delta</math> Presión: 0 PSI</p> <p>Duración : 2 horas</p>		

### III.6.4.B PRUEBAS DE CAUDAL DE BOMBA CONTRA INCENDIOS

#### III.6.4.B.1 Descripción de la prueba

Antes de efectuar la prueba de desempeño de la bomba de agua contra incendios, el técnico de servicios debe alistar el sistema de la siguiente manera:

Colocar el Tablero de Control en Manual.

Revisar que la válvula de succión de la bomba a evaluar está abierta.

Verificar que la válvula de descarga que está inmediatamente después de la válvula check y antes de la derivación al cabezal de prueba esté abierta.

Se debe cerrar la válvula que permite paso de agua hacia la red de agua contra incendios.

La válvula de alivio debe calibrarse para que abra a una presión cercana a la presión a caudal cero de la bomba.

Abrir la válvula que permite paso de agua hacia el cabezal de pruebas.

La Prueba consiste en colocar la bomba a descargar a diferentes condiciones de presión y volumen a la velocidad nominal de operación. Se debe tomar registros de presión de succión, presión de descarga, velocidad del motor y caudal para cada una de las condiciones definidas (25%, 50%, 75%, 100%, 125% y 150% de la capacidad nominal de la bomba). Si el motor es eléctrico se debe tomar lectura de la corriente y voltaje del motor.

El registro de estas Pruebas debe ser consignado en el formato de protocolo de entrega de bombas de agua contra incendios. Con base en los datos de la prueba, se debe hacer una curva de desempeño. Esta curva debe coincidir con la curva suministrada por el fabricante.

Dentro de la prueba se debe verificar el funcionamiento de todos los dispositivos de arranque de la bomba, tanto los que se encuentran en el tablero de control como en el motor, en caso de motor diesel.

Equipos para prueba:

Tacómetro digital: Para poner en funcionamiento el tacómetro digital, se debe colocar un pedazo de cinta reflectiva en el eje que conecta el motor con la bomba de Agua (La cinta no debe envolver el eje). Al iniciar la prueba, se debe dirigir la luz del tacómetro hacia la sección de eje donde se encuentra la cinta, al mantener el haz de luz por un tiempo prudencial se obtiene el valor de la velocidad del eje.

Tubo Pitot: Dependiendo del Caudal que se debe descargar, se puede requerir uno o varios tubos pitot. Antes de iniciar cada prueba se debe verificar la boquilla de descarga del pitot permite obtener un dato confiable de caudal de acuerdo a las tablas que vienen con cada equipo de medición de caudal.

Voltímetro (Para motores eléctricos)

Amperímetro (Para motores eléctricos)

Después de realizadas las pruebas, el técnico de servicios debe restablecer el sistema, para tal efecto, debe colocar las válvulas en su condición normal de espera y recalibrar la válvula de alivio. Finalmente el técnico debe configurar los tableros de control, debe establecer las presiones de arranque y parada de la bomba Jockey, la presión de arranque de las bombas principales y todas las demás configuraciones de operación de tablero controlador.

Los registros de campo y las actas que evidencian la entrega del equipo a satisfacción, deben ser firmados por el representante del contratista, la supervisión y el cliente.

#### III.6.4.B.2 Criterios de Aceptación

Los resultados deben de dar una curva igual o por encima de la suministrada por el fabricante.

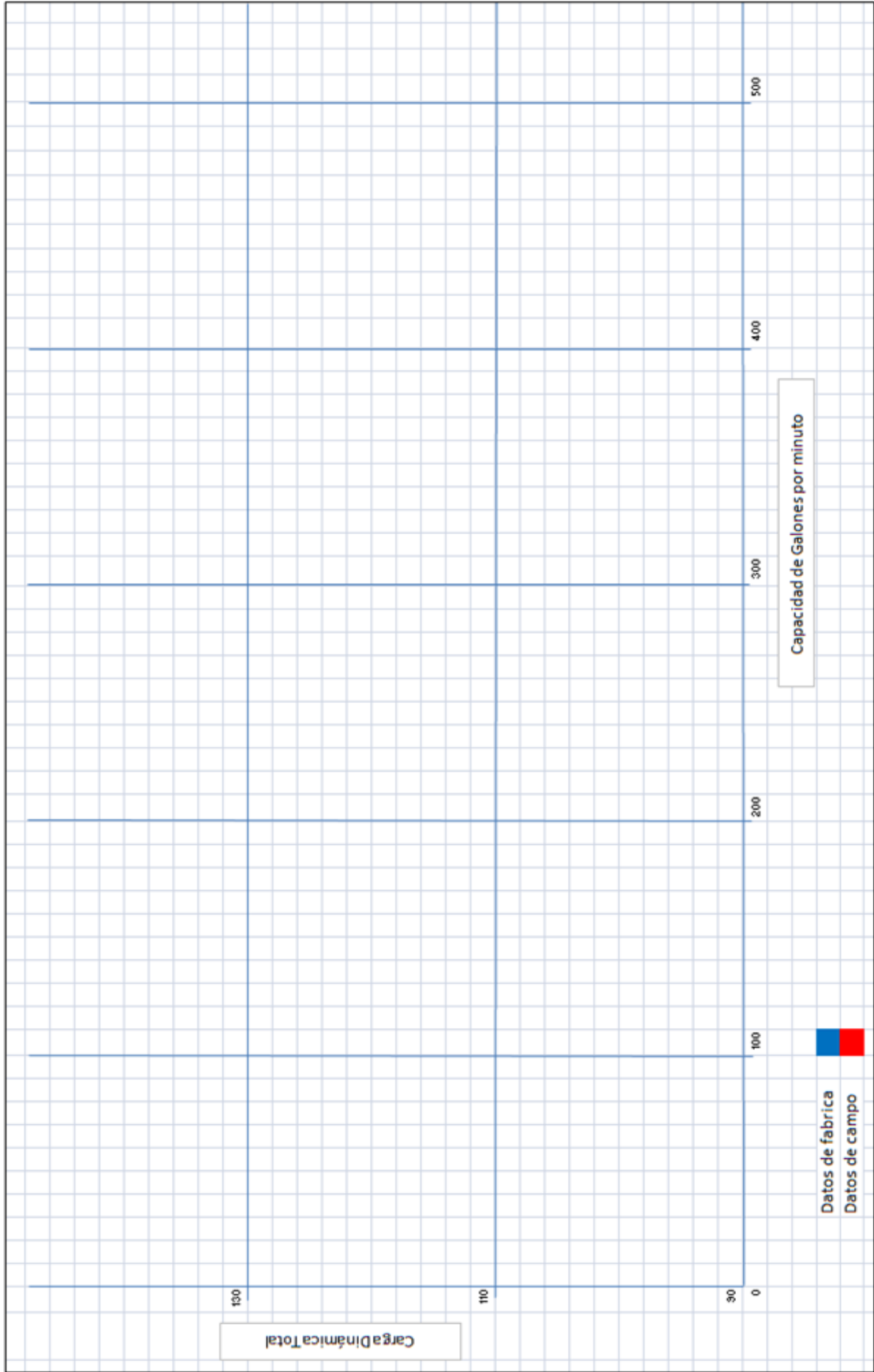
#### III.6.4.B.3 Formato de protocolo de prueba

Para esta prueba se ha desarrollado un formato en el cual se registran los datos generales, datos del equipo, y los resultados arrojados en campo los cuales nos permitirán graficar la curva de desempeño y campo y poder comparar con la suministrada por el fabricante, con el fin de verificar que cumpla con lo indicado por las especificaciones de fábrica y su correcto desempeño en el sistema de agua contraincendios, por ello como parte del formato se anexa un formato para la realización de los trazos.

PROTOCOLO DE PRUEBA DE CAUDAL DE LA BOMBA

FR - ACI02

Propiedad											Oficina
Dirección											Aprobado por
Ciudad											Código
Asunto	País										
	Consultado con:										
Bomba	Orientación	Horizontal	Vertical	Fabricante	Aprobado	Si	No	Nº de serie	Modelo o tipo		
	Rango GPM	Rango de Presión (PSI)		Rango RPM	Succiona desde		Tamaño del tanque		Altura del tanque		
Si es tipo vertical	Manómetro de descarga vertical a nivel de agua	Estático	FT	Cabezal de engranajes de angulo recto	Operación		Operación		Aprobado		
	Fabricante	Bombeando FT	Modelo o tipo	Operación Suave	Operación Desigual		Rango RPM		Factor de servicio		
Motor	Motor eléctrico	Voltaje nominal		Amperaje Nominal	Fases		Ciclos		Factor de servicio		
	Máquina Diesel	Máquina de gasolina	Máquina de Gas	Turbina a vapor	Gobernador de presión incluido		Independiente		Presión de turbina a vapor		
Controlador	Fabricante	Aprobado		SI	NO	Arranque		Bomba Jockey			
	Nº de serie	Modelo o tipo		Manual	Auto	Caída de presión Flujo de agua		SI enc		NO PSI	
Velocidad RPM	Presión de descarga PSI	Presión de succión PSI	Carga Neta PSI	NO.	NO.	Voits		Reguladora		Hermetica	
						Amps					



#### III.6.4.B.4 Realización de la prueba en campo

A continuación se adjunta un protocolo de prueba desarrollado en campo, en esta oportunidad se probó una motobomba que mantiene presurizadas todas las montantes y sistema de rociadores para todo un centro comercial.

La motobomba presenta las siguientes características:

Motobomba horizontal de carcasa partida marca Fairbanks modelo 4"-1823DF

Certificada por UL y aprobada por FM

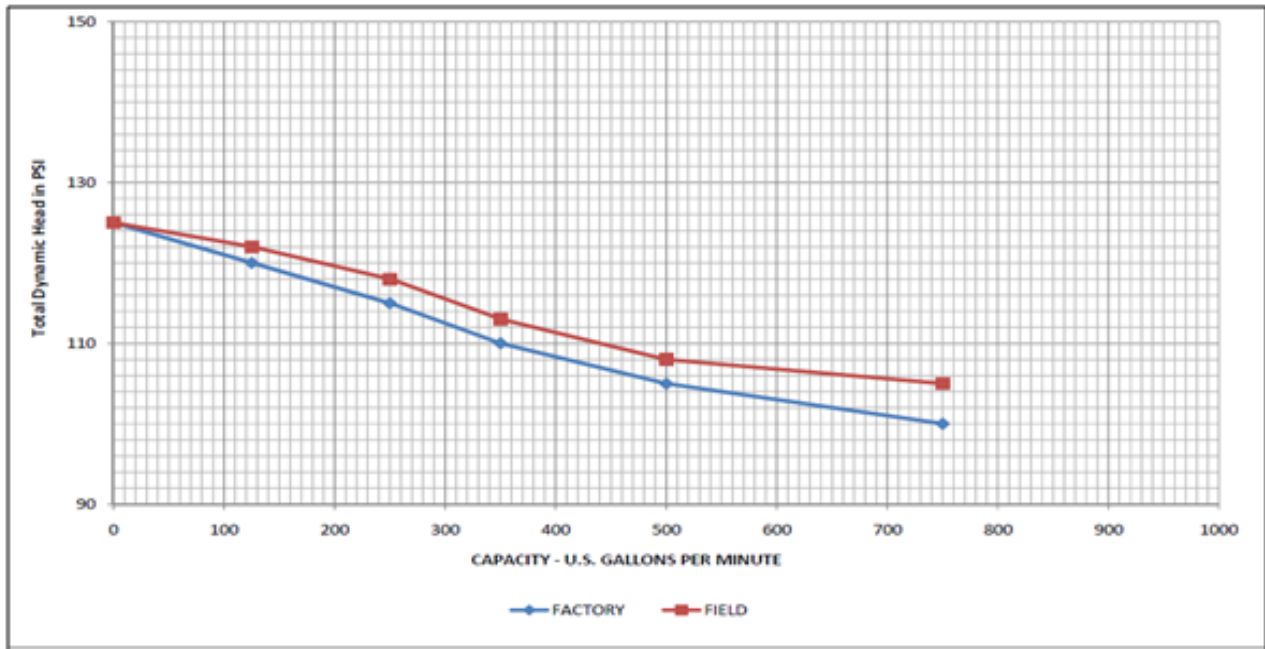
Capacidad Nominal según NFPA 20 500 GPM @ 125 PSI, 3000RPM.

Se debe resaltar que la motobomba principal es la única que combate un incendio debido al caudal y presión para la cual fue diseñada. Después de la toma de datos de fábrica y los procedimientos de rutina para la realización de la prueba, la bomba fue sometida a diferentes porcentajes de capacidad nominal de la bomba: 0, 25, 50, 70, 100 y 150%, cuyos resultados permitieron graficar una curva de campo (curva roja según el grafico adjunto) por encima de la curva de fábrica (curva azul según grafico adjunto), concluyendo que el rendimiento en el campo se encuentra por encima de lo indicado por el fabricante, por lo tanto se da por aceptado el equipo.

**PRUEBA DE ACEPTACION DE LA BOMBA**

**DATOS DE PRUEBA DE ACEPTACION DE LA BOMBA**

PROPIEDAD DE <b>SUPERMERCADOS PERUANOS</b>		DIRECCION <b>JR. DE LA UNION</b>		CUIDAD <b>LIMA</b>		PAIS <b>PERU</b>		OFICINA <b>LIMA</b>				
PRUEBADO POR <b>ABELIN S.A.</b>		FECHA <b>17-Ene-11</b>		CODIGO <b>PO-0164</b>								
ASUNTO		CONSULTADO CON:										
BOMBA	ORIENTACION	FABRICANTE		APROBADO	No. DE SERIE	MODELO O TIPO						
	<input checked="" type="checkbox"/> HORIZONTAL <input type="checkbox"/> VERTICAL	<b>Fairbanks Morse</b>		<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		<b>47-1823DF</b>						
	RANGO GPM <b>500</b>	RANGO DE PRESION (PSI) <b>125 PSI</b>	RANGO RPM <b>3000 RPM</b>	SUCCIONA DESDE	TAMANO DEL TANQUE <b>183 M3</b>	ALTURA DEL TANQUE <b>N/A</b>						
SI ES TIPO VERTICAL	MANOMETRO DE DESCARGA	ESTATICO	CARTEL DE ENGRANAJES	FABRICANTE	No. DE SERIE	APROBADO						
	VERTICAL A NIVEL DE AGUA	BOMBEO	DE ANGULO	MODELO O TIPO	OPERACION	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO						
		FT	RECTO			<input type="checkbox"/> SUJVE <input type="checkbox"/> DESIGUAL						
MOTOR	FABRICANTE	APROBADO		No. DE SERIE	MODELO O TIPO	RANGO RPM						
	<b>CLARKE</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			<b>JU4H-UP20</b>	<b>3000</b>						
	MOTOR ELECTRICO	VOLTAJE NOMINAL	AMPERAJE NOMINAL	AFMS AL 150%	FASES	CICLOS	FACTOR DE SERVICIO					
	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO											
CONTROLADOR	FABRICANTE	ARRANQUE	100 PSI	FARO	PSI	BOMBA JOCKEY						
	<b>METRON</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO										
	No. DE SERIE <b>BF-10N43461.11</b>	MODELO O TIPO <b>FCM-J 12V NEO</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MANUAL <input type="checkbox"/> AUTO	<input checked="" type="checkbox"/> CAIDA DE PRESION <input type="checkbox"/> FLUJO DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/> MANUAL <input type="checkbox"/> AUTO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	ENC. APAG. <b>110</b> PSI PRESION DE VAPORES <b>125</b> PSI					
VELOCIDAD RPM	PRESION DE DESCARGA PSI	PRESION DE SUCCION PSI	CARGA NETA PSI	NO.	TAMANO	PRESION EN PTOPT	GALONES POR MINUTO	% DE CAPACIDAD NOMINAL	VOLTS	AMPS	PRESION DE VAPORES REGULADORA	HERMETICA
3000	125	0					0	0%				
3000	122	0					125	25%				
3000	118	0					250	50%				
3000	113	0					350	70%				
3000	108	0					500	100%				
3000	105	0					750	150%				



Trace las curvas de presión de descarga y carga neta para bombas de fecha horizontal. Para bombas de fecha vertical, grafique curva de presión de descarga. Para bombas con motor eléctrico, grafique amperaje.

FIRMAS	INSTALADOR: <b>ABELIN SA</b>	FIRMA:	NOMBRE: <b>ING. YANINA RUEDA MATA</b>	FECHA:
	REPRESENTANTE DEL CLIENTE:	FIRMA:	NOMBRE:	FECHA:



## REPORTE FOTOGRÁFICO

1.

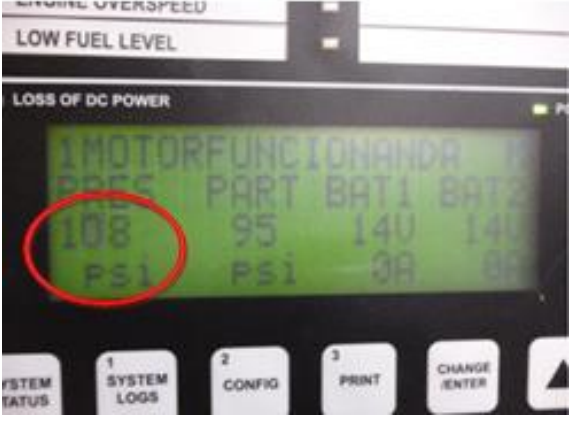


Procedimiento de pruebas en cuarto de bombas.

2.



La prueba se realizó a una rotación constante del motor a 3000 RPM.

3.		<p>Se midió la velocidad de descarga para diferentes porcentajes de capacidad nominal de la bomba, para una capacidad al 100% arrojó un valor de 108 PSI de presión de descarga.</p>
----	-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Según la gráfica podemos apreciar que la curva de rendimiento en campo (rojo) está por encima del rendimiento especificado en fábrica (curva azul), por lo tanto podemos concluir que el desempeño del equipo se encuentra dentro del rango esperado, dándose por aceptado.

Nota: Considerando que el motor de la bomba es diesel no se le realizaron pruebas eléctricas. Los instrumentos de medición utilizados son los pertenecientes a la motobomba.

Queda demostrado que contar con procesos y formatos estandarizados como los que se presentan, en base a normativas nacionales e internacionales, permite guiarnos e ilustrarnos al momento de querer desarrollar un plan de calidad y aplicar los controles de aceptación para los principales sistemas y equipos; y de esta manera llegar al producto final deseado con mayor eficacia.

## **III.7 SISTEMA DE FRIO ALIMENTARIO**

### **III.7.1 DESCRIPCIÓN**

En este capítulo nos enfocaremos en proponer procedimientos y formatos de pruebas estandarizados para el Sistema de frío Alimentario con el fin de dar cumplimiento al Sistema de Calidad; facilitando y registrando los procesos de aceptación del sistema como medidas de control de calidad.

El objetivo general del sistema de frío es el de mantener a los productos ubicados dentro de las diversas vitrinas (ubicadas en la sala de ventas), cámaras de congelación y conservación (ubicadas en trastienda) en un rango de temperaturas de acuerdo a lo solicitado según el proyecto.

El sistema de refrigeración para supermercados es requerido para la conservación de los productos. Cada producto tiene diferente temperatura de conservación, es por ello que son clasificados y se colocan en diversos ambientes a temperaturas definidas para lo cual se utilizan los equipos de refrigeración para su conservación a media temperatura y baja temperatura en sus diversas ubicaciones (cámaras y vitrinas).

El sistema consiste principalmente de:

Una central de frío cuyos componentes principales son el Rack de compresores y el condensador, ubicados de manera compacta en la sala de central de frío.

Una unidad de condensación, complemento del rack de frio, recibe el gas refrigerante de descarga de los compresores, dentro del serpentín de tuberías de cobre el gas se condensa, y en su fase liquida regresa al rack.

La red de tuberías de cobre que conecta al Rack con los evaporadores ubicados en las cámaras y vitrinas exhibidoras de productos perecibles. Dentro de estas tuberías circula el gas refrigerante.

Evaporadores, compuesto por un serpentín de tubería de cobre dentro del cual circula el gas refrigerante.

Equipos: Conformado por vitrinas e islas.

## **III.7.2 NORMAS APLICADAS**

ASHRAE Sociedad americana de ingenieros de calefacción y aire acondicionado.

## **III.7.3 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN**

### **III.7.3.1 PRUEBA DE PRESIÓN CON NITRÓGENO**

El objeto de la prueba de presión con nitrógeno es detectar la existencia de fugas y comprobar la estanqueidad de la instalación.

Otro propósito es romper el vacío, para posteriormente al volver hacer vacío permitiéndonos mejorar los niveles de vacío alcanzados.

Para esta prueba es indispensable emplear nitrógeno y por ningún motivo refrigerante ni aire.

#### III.7.3.1.A Equipos Necesarios

Mano-vacuómetro (puente de manómetros)

Botella de nitrógeno seco

Manorreductor de nitrógeno

Llave de carraca

#### III.7.3.1.B Procedimiento:

Realizar el conexionado de la botella de nitrógeno con el puente de manómetros y éste con la válvula de servicio de carga o la toma de servicio.

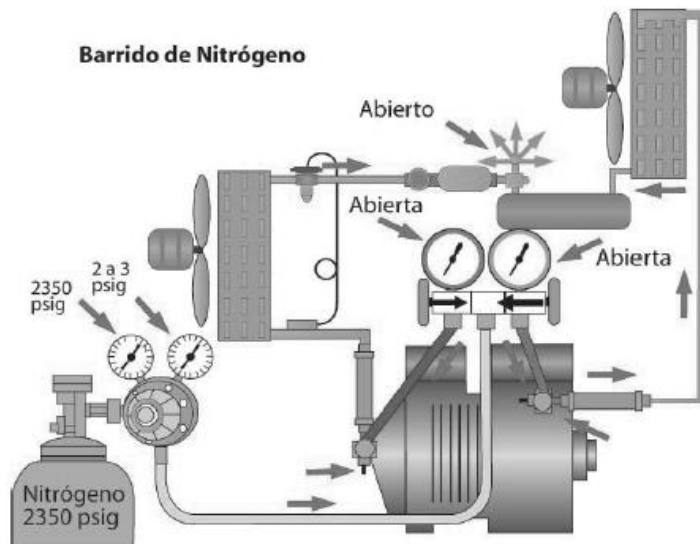
Abrir lentamente la válvula de la botella de nitrógeno. Apretar el tornillo del manorreductor hasta que el manómetro de baja del manorreductor marque la presión que queremos para realizar la prueba (mínimo 200 PSI).

Llenar la instalación con nitrógeno, cuando la presión del manómetro del puente llegue al valor deseado que será igual a la del manómetro de baja del manorreductor de la botella de nitrógeno, se considera que la instalación está llena.

Cerrar las válvulas del puente de manómetros para incomunicarlo con la botella de nitrógeno.

Esperar un tiempo prudente para asegurarnos que no existe caída de presión, si la presión se mantiene, podemos concluir que la instalación no presenta fugas. Caso contrario examinar con agua jabonosa para la identificación de fugas.

Una vez finalizada la prueba con nitrógeno lo liberamos hasta alcanzar una presión aproximada ala de la atmosfera, seguidamente procedemos a realizar la prueba de vacío considerando que el nitrógeno al ser un gas no condensable y su presencia durante una instalación podría ser perjudicial.



#### III.7.3.1.C Criterios de aceptación:

Mantener una presión de 200psi como mínimo sin variación de presión durante el periodo de prueba.

#### III.7.3.1.D Formato de Protocolo de prueba

Para esta prueba se ha diseñado una propuesta de formato de protocolo de pruebas en base al mejoramiento de protocolos existentes y probados en campo, así como las necesidades que demanda el proceso. Este protocolo considera los equipos de medición empleados (se exige su

calibración), las presiones de prueba, duraciones de prueba y resultados finales. De no presentar observaciones se aprueba el sistema y se procede a las firmas por parte de los responsables.

**PROTOCOLO DE PRESURIZACIÓN**

FR - FA01

Cliente  
 Proyecto  
 Obra  
 Fecha

ITEM	Equipos Utilizados	Marca	serie	Calibrado por	Cert. Calibración	Observaciones
1						
2						
3						
4						

Gas utilizado:

ITEM	Descripción	Long. (m)	Diámetro de tuberías		Inicio			Termino			Aprobación	
			Líquido	Succión	PSIG	Fecha	Hora	PSIG	Fecha	Hora	Contratista	Supervisión
1												
2												
3												
4												

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

CONTRATISTA		SUPERVISIÓN	
Firma	Firma		
Nombre y apellidos Cargo	Nombre y apellidos Cargo		





### **III.7.3.2 PRUEBA DE VACÍO DE LA INSTALACIÓN**

Siempre que se da por finalizado el montaje de una instalación de sistema de frío o luego de realizar cualquier maniobra que supongan contacto del interior con la atmósfera, es necesario realizar el vacío.

La prueba de vacío consiste en extraer el interior de la instalación el aire y humedad. Es necesario realizar la prueba de vacío por las siguientes razones:

El aire es un gas no condensable, que durante el funcionamiento de la instalación se acumularía en el condensador y provocaría la elevación de la presión alta perjudicando el rendimiento del compresor.

La humedad provoca riesgo de formación de tapones de hielo en las zonas frías

La presencia de humedad aumenta el riesgo de corrosión interior del circuito.

La humedad puede provocar la degradación del aceite o refrigerante, llegando a la formación de ácidos corrosivos

#### III.7.3.2.A Equipo Necesario:

Bomba de vacío de servicio frigorista de doble etapa

Juego de mangueras

Vacuómetro

#### III.7.3.2.B Procedimiento

Los pasos para realizar la prueba son los siguientes:

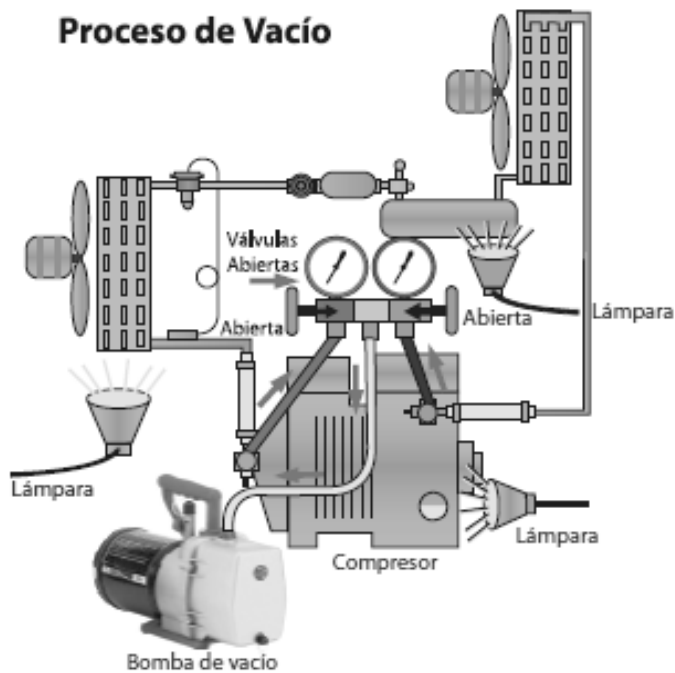
Conectar la bomba de vacío a la instalación a través del puente de manómetros a la zona de instalación que deseemos hacer vacío.

Arrancar la bomba y mantenerla trabajando previo a abrir la válvula entre la bomba y la instalación, posteriormente abrimos la válvula.

Mantener la bomba encendida hasta evacuar todo el aire y humedad, cuando el nivel de vacío sea el adecuado (500 micrones de mercurio de presión absoluta, -29,9 in Hg) cerramos la válvula del puente de manómetros y esperamos un minuto aproximadamente, posteriormente se procede a apagar la bomba.

Tomar lectura de la presión de vacío y esperamos un tiempo de aprox. 30 minutos. Generalmente siempre existe un aumento de presión, si fuera mayor a 25 mm Hg (1inHg), se procede a romper vacío con nitrógeno y repetir el procedimiento de vacío.

Una vez que la instalación está en vacío, procederemos a una carga controlada, dosificando la cantidad con el cilindro de carga que se encuentra a presión positiva o mediante una botella de refrigerante a una báscula.



#### III.7.3.2.C Criterios de Aceptación:

Obtener un vacío de 500 micrones (-29 in Hg) con tolerancia de incrementos de hasta 1 in Hg.

#### III.7.3.2.D Formato de Protocolo de prueba

Para esta prueba se ha diseñado un formato de protocolo de pruebas basado en las necesidades propias del procedimiento estandarizado, con el fin de facilitar y registrar dicho procedimiento. Este protocolo considera los datos de los equipos de medición usados (se exige calibración), las presiones alcanzado en cada uno de los vacíos, los tiempos de prueba y la aceptación o rechazo de los resultados por parte de los responsables y posteriormente dar inicio al proceso de recarga del refrigerante al sistema.

PROTOCOLO DE PROCESO DE VACIO

FR-FA02

Cliente  
 Proyecto  
 Obra  
 Fecha

ITEM	Equipos Utilizados	Marca	serie	Calibrado por	Cert. Calibración	Observaciones
1						
2						
3						
4						

PASOS	Descripción	Inicio		Termino		Observaciones
		Fecha	Hora	Fecha	Hora	
1	Despresurización General del sistema					Presión de vacío alcanzado
2	Inicio de 1º primer vacío					
3	Rompimiento de 1º primer vacío					
4	Inicio de 1º segundo vacío					
5	Rompimiento de 1º segundo vacío					
6	Inicio de 1º tercer vacío					
7	Rompimiento de 1º tercer vacío					

Conclusiones/Observaciones:

-----  
 -----  
 -----

CONTRATISTA		SUPERVISIÓN	
Firma		Firma	
Nombre y apellidos Cargo		Nombre y apellidos Cargo	

### III.7.3.2.E Desarrollo de la prueba en campo

Una vez realizada la prueba de presurización y verificar que el sistema no cuente con fugas, se procedió a realizar la prueba de vacío con el fin de conservar los alimentos que se encuentran en los diferentes equipos para su exhibición. Dichos equipos son vitrinas e islas, que requieren rangos de temperaturas que van desde los -20°C hasta los 9°C, según los productos a conservar.

Para la realización de esta prueba después de despresurizar el sistema, se procedió a realizar el primer vacío, una vez alcanzado el rango de presión deseada se realiza el rompimiento del primer vacío, este paso se repitió dos veces, al finalizar el rompimiento del tercer vacío se procedió a la carga del sistema con gas refrigerante y posteriormente a la puesta en marcha del sistema.

A continuación los datos obtenidos durante la prueba:

#### RESULTADOS DE LA PRUEBA DE VACÍO

#	Descripción	Inicio		Termino		Presión de vacío	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora		
1	Despresurización general del sistema.	27/03/12	10:00	27/03/12	11:00	—	ok
2	Inicio del primer vacío.	27/03/12	11:10	27/03/12	18:00	500 micrones	ok
3	Rompimiento del primer vacío.	27/03/12	19:00	27/03/12	20:00	—	ok
4	Inicio del segundo vacío.	28/03/12	08:50	28/03/12	10:50	500 micrones	ok
5	Rompimiento del segundo vacío.	28/03/12	10:50	28/03/12	11:30	—	ok
6	Inicio del tercer vacío.	28/03/12	11:34	28/03/12	12:34	500	ok

						micrones	
7	Rompimiento del tercer vacío.	28/03/12	12:34	28/03/12	13:30	—	ok
8	Carga de gas	28/03/12	13:30	28/03/12	14.30	—	ok
9	Puesta en marcha	28/03/12	14:30	28/13/12	—	—	ok

PROTODCOLO PROCESO DE VACIO

PROCESO : PROCESO DE VACIO AL SISTEMA DE REFRIGERACION  
 SISTEMA(S) : HT (VITRIJAS Y CAMARAS HT.)

EQUIPOS UTILIZADOS

ITEM	EQUIPOS UTILIZADOS	MARCA	PROGENCIA	CAUBRADO POR	COO. IDENTIF.	CERT. CALIBRACION	OBSERVACIONES
1	VACUOMETRO	WATERS	CANADA	METROL	HFP - 6371	FP - 424 - 2012	OK
2	VACUOMETRO	WATERS	CANADA	METROL	HFP - 6371	FP - 425 - 2012	OK
3	DELTA DE VACIO	GPS	USA	NO APLICA	---	---	SE CARGO AERTE ANTES DE VACIO
4	DELTA DE VACIO	ROVATEC	USA	NO APLICA	---	---	SE CARGO AERTE ANTES DE VACIO

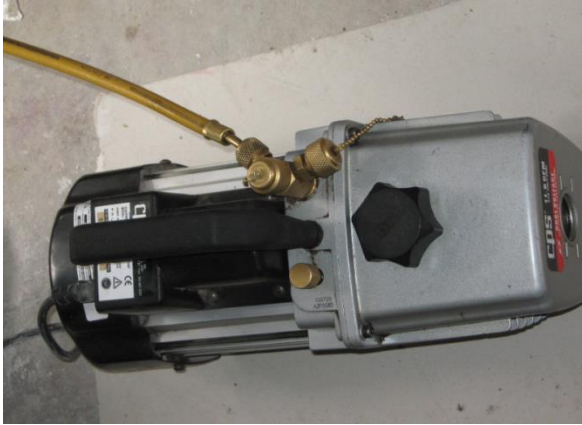
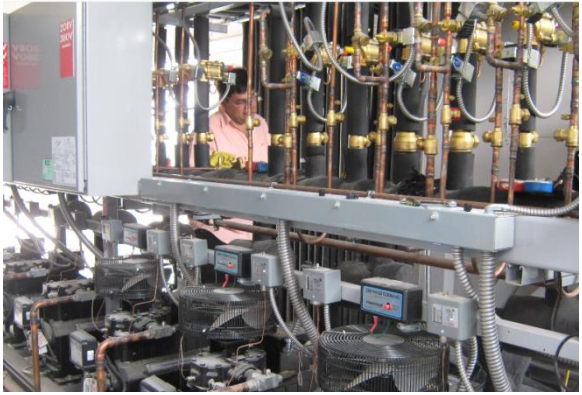
PROCEDIMIENTO

PASOS	DESCRIPCION	INICIO		TERMINO		Presion de Vacio Alcanzado Unidades :	OBSERVACIONES
		Fecha	Hora	Fecha	Hora		
1	DESPRESURIZACION GENERAL DEL SISTEMA	27/03/12	10:00	27/03/12	11:00	---	OK
2	INICIO DEL PRIMERO VACIO	27/03/12	11:10	27/03/12	13:00	-30 IN Hg	OK
3	ROMPIMIENTO DEL PRIMERO VACIO	27/03/12	19:00	27/03/12	20:00	---	OK
4	INICIO DEL SEGUNDO VACIO	28/03/12	08:50	28/03/12	10:50	-30 IN Hg	OK
5	ROMPIMIENTO DEL SEGUNDO VACIO	28/03/12	10:50	28/03/12	11:30	---	OK
6	INICIO DEL TERCER VACIO	28/03/12	11:34	28/03/12	12:34	-30 IN Hg	OK
7	ROMPIMIENTO DEL TERCER VACIO	28/03/12	12:34	28/03/12	13:30	---	OK
8	INICIO DE CARGA DE GAS REFRIGERANTE AL SISTEMA	28/03/12	13:30	---	---	---	OK
9	START UP	28/03/12	14:30	---	---	ARMANDO	OK



Conclusiones: PROCESO DE VACIO SUPERADO CON EXITO

 JUAN CARLOS ALARISTA Tecnico responsable - SCOWELL	 WILLIAMS E. CURI Supervision de Obra
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## REPORTE FOTOGRÁFICO

1.		Bomba de vacío de doble etapa para la prueba de vacío.
2.		Preparación del sistema antes de la prueba (ubicación: cuarto de racks).
3.		Proceso de vacío, se puede observar una lectura de 560 micrones.



		
4.		<p>El Gas refrigerante R-22 fue cargado al sistema para su posterior puesta en marcha.</p>
<p>Evaluación de los resultados:</p> <p>Según los resultados obtenidos el proceso de vacío fue superado con éxito, obteniendo los valores mínimos requeridos.</p>		

Queda demostrado que contar con procedimientos y formatos estandarizados como los que se presentan, donde los procedimientos y protocolos de pruebas están estandarizados en base a normativas nacionales e internacionales, permite guiarnos e ilustrarnos al momento de querer

desarrollar un plan de calidad y aplicar los controles de aceptación para los principales sistemas y equipos; y de esta manera llegar al producto final deseado con mayor eficacia.

# CAPITULO IV : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES

La experiencia de resultados de óptima calidad obtenidos al aplicar los procedimientos y formatos estandarizados de calidad conteniendo las propuestas de la presente tesis, indican que su aplicación, permitirá guiar e ilustrar a los responsables en el desarrollo de un Plan de calidad, incluyendo los controles de aceptación para los principales sistemas y equipos.

Aplicar un control de calidad en obra como lo propone el presente trabajo permite evitar costos de No Calidad, así como también retrasos en el cronograma debido a posibles retrabajos por causa de la aplicación de procedimientos constructivos no controlados.

La aplicación conjunta de los procedimientos y formatos en las obras tipo Retail, que se presentan en el presente trabajo, permitieron la mejora del Sistema de Gestión de Calidad al contarse con procesos definidos y registros estandarizados de pruebas en obra.

La estandarización de procesos y el diseño de formatos en base a las normativas y experiencias desarrolladas en campo, permiten llevar un orden y facilitar el trabajo en campo; teniendo como resultado productos de buena calidad y con menor incidencia de errores, logrando a su vez la satisfacción del cliente.

La experiencia desarrollada en los casos analizados, deja ver la importancia de la medición utilizando equipos calibrados, lo cual da la certeza de que los resultados obtenidos son confiables. Esto es requisito de la Norma ISO 9001 y su omisión podría generar una no conformidad ante las auditorías.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de los procesos, normativas, criterios de aceptación y protocolos de calidad propuestos en el presente trabajo, los que pueden conformar un Manual de Calidad, que facilite la ejecución de las pruebas de control y una mejor supervisión en campo en obras tipo retail.

El conjunto de procesos, normativas, criterios de aceptación y protocolos de calidad del presente trabajo, conformando un Manual de Calidad, se puede usar como herramienta de capacitación al personal interno relacionado con el Sistema de Calidad, logrando así el cumplimiento de los objetivos de calidad mediante un lenguaje estandarizado.

Se recomienda la aplicación del Manual propuesto, en obras tipo retail (comerciales), especialmente en supermercados, considerando que se incluye procesos y protocolos referidos a sistemas propios de este tipo de obras, tales como el sistema de frío alimentario, el sistema de agua contra incendios, y el sistema de gas. Podría aplicarse igualmente en otros tipos de proyectos tales como los de vivienda, modificando y agregando algunos otros procesos que correspondan.

Se recomienda considerar el Manual propuesto para implementar el Sistema de Gestión de Calidad en una organización, ya que es indispensable incluir procesos y formatos estandarizados, así como también manuales de calidad.

## CAPITULO V : BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Código Nacional de Electricidad – Utilización: 2011.

Reglamento Nacional de Edificaciones.

NTP 339.143 -1999: Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena.

NTP 339.141 -1999: Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada.

NTP 339.127 – 1998: Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.  
ASTM D1556 – 64.

NORMA E 050 – Suelos y cimentaciones.

NFPA 13: 2010 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.

RNE A130 Requisitos de seguridad.

NFPA 20 Norma para instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios.

NTP 321.123:2012 GAS LICUADO DE PETRÓLEO. Instalaciones para consumidores directos y redes de distribución.

NTP 321.121:2008 Instalaciones internas de GLP para consumidores directos y redes de distribución.

ASTM C143 Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico.

ASTM C172 Muestreo de Concreto fresco.

ASTM C31 Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra.

ASTM C94 Especificación Normalizada para Concreto Premezclado.

NTP 339.033: 2009 HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.

NTP 339.034: 2008 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

NTP 339.035: 2009 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

NTP 339.036: 2011 CONCRETO. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco.

RNE E-060 CONCRETO ARMADO.

PMBOK 4ta edición

Norma ISO 9001:2008

ASHRAE Sociedad americana de ingenieros de calefacción y aire acondicionado.

Manual de buenas prácticas en Sistema de Refrigeración y Aire acondicionado – SEMARNAT.

## CAPITULO VI: RESUMEN

En estas últimas décadas, muchas obras de construcción se ejecutan enfocándose principalmente en los tiempos de entrega, costos, temas técnicos, trato proveedor cliente, entre otros; descuidando el tema de la calidad de los procesos constructivos, por lo que el ejercicio de la ingeniería se ve enfrentado hoy, al reto que implica construir obras con calidad. Para que exista calidad se necesita de un sistema que sirva de apoyo que contenga los procedimientos y formatos definidos y los recursos necesarios para llevar a cabo la ejecución.

El presente trabajo pretende promover la cultura de Calidad para obras de construcción con el fin de lograr un producto de Calidad, llegando a obtener como resultado final la satisfacción del cliente y generando a su vez nivel de competencia en el mercado.

Como herramienta principal se ha desarrollado procedimientos y formatos estandarizados en base a normativas nacionales e internacionales, así como buenas prácticas. Con el fin de ilustrar estos procedimientos, fueron aplicados en campo, evaluando para cada caso la aceptación o el rechazo del producto desde el punto de vista de la calidad.