

**SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LA OBRA
TAYRONA I, Y MANUAL PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE CALIDAD DE
ACUERDO A LA NTC ISO 9001:2008 Y LAS EXPERIENCIAS VIVIDAS EN
CAMPO**

MILLER ANDRES HERNANDEZ CASTAÑEDA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2010

**SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LA OBRA
TAYRONA I, Y MANUAL PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE CALIDAD DE
ACUERDO A LA NTC ISO 9001:2008 Y LAS EXPERIENCIAS VIVIDAS EN
CAMPO**

MILLER ANDRES HERNANDEZ CASTAÑEDA

**Trabajo de grado realizado en la modalidad de práctica empresarial como
requisito para recibir el título de Ingeniero Civil**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADO
ING. ALVARO REY SOTO
Docente de Planta Escuela de Ingeniería Civil - U.I.S.**

**TUTOR PRÁCTICA EMPRESARIAL
ING. JULIÁN MORA CHÁVEZ
Director de Interventoría y Control de Costos -URBANAS S.A**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2010

En la vida cada pequeño paso que damos nos lleva a alcanzar día a día nuestros sueños, y es inevitable sentirnos regocijados cuando podemos cumplir una de las metas que nos proponemos, por eso dedico la alegría de este triunfo:

A Dios, ya que él me ha dado la vida, la salud y la oportunidad de enfrentar con fortaleza y sabiduría todas las adversidades presentadas en el camino del aprendizaje dentro y fuera de la universidad.

A mi padre Misael y mi madre María Cecilia, quienes con gran esfuerzo y sacrificio me han apoyado incondicionalmente, dándome el cariño, la confianza, la fuerza, la seguridad, y todo cuanto se necesita para alcanzar cada una de mis metas.

A mis hermanos y hermanas en los que he podido encontrar siempre el respaldo, consejo y ayuda que he requerido para afrontar y superar las dificultades, además del gran afecto demostrado.

A mis compañeros y amigos con los que pude compartir un sinnúmero de dificultades, preocupaciones, alegrías y satisfacciones en el camino del conocimiento y el aprendizaje.

También dedico este logro a alguien muy especial quien con su apoyo y constante compañía me ha dado la fuerza y confianza para superar las adversidades; aún cuando todo parece más difícil, su cariño y consejo me ha dado ese impulso que se necesita para seguir y alcanzar lo anhelado.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo doy gracias a Dios por darme la oportunidad de estudiar y prepararme para obtener el conocimiento que se necesita para cumplir con lo requerido en pro de ser un buen profesional en ingeniería Civil.

También doy gracias a mis padres, hermanos y familiares quienes me han apoyado durante este largo camino, estando siempre a mi lado en los momentos difíciles, dándome el valor y la fortaleza para enfrentarlos y superarlos. Y quienes, con mucho sacrificio y desinterés me han ayudado en todos los aspectos que inciden en logro de esta meta.

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander por recibirme e impartirme los conocimientos y valores necesarios para formarme profesional y personalmente, para enfrentar y competir en la actual sociedad y así construir un futuro promisorio para mí y mis seres queridos.

Doy gracias a mi director de tesis, Ing. Álvaro Rey Soto quien además de instruirme académicamente también me colaboró de manera incondicional en el acompañamiento y consecución de este proyecto.

Agradezco a la organización Urbanas S.A. por darme la oportunidad de desarrollar mi práctica empresarial en uno de sus proyectos de construcción y por permitirme aportar mis conocimientos académicos en el acompañamiento de las actividades desarrolladas en los procesos constructivos de la obra y también por todo lo aprendido en la ejecución de la misma.

A todo el personal de la obra Tayrona I, en especial a su director Daniel Casanova Gonzales quien me brindó absoluto apoyo y los espacios para lograr llevar a feliz término los objetivos propuestos dentro de la práctica y me otorgó muchos de los conocimientos que solo podría enseñar alguien con tantos años de experiencia en la construcción de grandes obras.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	19
1. OBJETIVOS.....	21
1.1 OBJETIVO GENERAL	21
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	21
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	23
2.1 RESEÑA HISTORICA.....	23
2.2 MISION	26
2.3 VISIÓN.....	26
2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA.....	27
2.4.1 Estructura de proyectos de construcción	28
3. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	29
3.1 LOCALIZACION.....	29
3.2 EL PROYECTO	29
3.3 ESPECIFICACIONES GENERALES	31
3.3.1 Cimentación	32
3.3.2 Estructura.....	33
3.3.3 Mampostería	34
3.3.4 Pañetes.....	35
3.3.5 Desagües e instalaciones hidrosanitarias.....	37
3.3.6 Instalaciones de gas natural.....	42
3.3.7 Acabados generales de las torres.....	44
3.3.8 Equipos adicionales.....	44
3.3.9 Instalaciones eléctricas internas.....	48

4. SUPERVISIÓN DE A LAS ACTIVIDADES QUE COMPRENDEN EL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	49
4.1 MODELO DE SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD DE URBANAS S.A	49
4.1.1 Responsables y recursos del sistema de gestión de la calidad.....	50
4.1.2 Alcance del sistema de gestión de la calidad.....	52
4.1.3 Planificación estratégica del sistema de gestión de la calidad.....	53
4.2 ACTIVIDADES SUPERVISADAS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE CALIDAD	54
4.2.1 Localización topográfica.....	54
4.2.2 Adecuación y/o movimiento de tierras	56
4.2.3 Estructuras: Escaleras y placas zonas comunes	57
4.2.4 CIMENTACIÓN	60
4.2.5 Construcción de estructura, sistema industrializado	61
4.2.6 Alcantarillado y desagües zonas comunes.....	77
4.2.7 Zonas verdes.....	77
4.2.8 Control diario de concreto.....	78
4.2.9 Control de planos.....	92
4.2.10 Revisión de flexómetros	93
5. MANUAL PARA LA EJECUCION DEL PLAN DE CALIDAD DE LA OBRA	94
5.1 ACTIVIDADES A DESARROLLAR	95
5.1.1 Equipos de topografía	97
5.1.2 Adecuación de terrenos-ensayo sobre densidad de rellenos	104
5.1.3 Control diario del concreto.....	111
5.1.4 Control del acero.....	124
5.1.5 Red hidráulica-prueba hidrostática de presión.....	130
5.1.6 Instalaciones sanitarias- prueba de estanqueidad	140
5.1.7 Red de gas-prueba de hermeticidad.....	145
5.1.8 Revisión de flexómetros.....	151
5.1.9 Control de planos	154

6. CONCLUSIONES	158
BIBLIOGRAFIA.....	160
ANEXOS.....	162

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema estructura organizacional de la empresa.	27
Figura 2. Estructura de proyectos de construcción	28
Figura 3. Cimentación Torres 1 y 2	32
Figura 4. Estructura tipo túnel, Torres 4 y 5	33
Figura 5 Acabados de mampostería y friso Torres 4 y 5	34
Figura 6 Friso costado Suroriental de la Torre 2	35
Ilustración 7. Acabado Final Fachadas	37
Figura 8. Redes instaladas costado Noroccidental de la Torre 4	37
Figura 9. Red sanitaria Baños bloque Sur Torre 4 y 5	39
Figura 10. Esquema de la instalación domiciliaria externa para cada.....	40
Figura 11. Gabinete contra incendio	41
Figura 12. Construcción de buitrón que cubre las instalaciones	43
Figura 13. Acabados Finales de la Fachada de las Torres	44
Figura 14. Construcción de ascensor.....	45
Ilustración 15 Montaje de los motores para bombeo.....	45
Figura 16. Tablero de contadores	48
Figura 17. Verificación de niveles de terrazas.....	55
Figura 18. Prueba de Densidad con Densímetro Nuclear	56
Figura 19. Configuración de la Formaleta para Escaleras de la Torres	58
Figura 20. Configuración Escalera Autoportante Zona Social.....	58
Figura 21. Configuración de acero y formaleta de escalera autoportante	60
Figura 22. Configuración de la Cimentación de las torres.....	61
Figura 23. Banche, mesa y complementos.	63
Figura 24. Acero de Refuerzo en Muros Estructurales de las Torres.....	64

Figura 25. Instalación de red de Gas, hidráulica y sanitaria en muro de cocina ..	65
Figura 26. Dados conformados en los ejes de los muros.....	66
Figura 27. Movimiento de Banches para Modulación de Muros.....	66
Figura 28. Movimiento de Góndola con Concreto y Llenado de Muro	67
Figura 29. Muro Después del Retiro de la Formaleta.....	69
Figura 30. Saturamiento de los Muros con Agua Después de Desformaletados	70
Figura 31. Disposición de las mesas para conformación de la placa	71
Figura 32. Movimiento de las Mesas con la Torre Grua.....	71
Figura 33. Armado del Acero de las Placas.	73
Figura 34. Ubicación de los Puntos Sanitarios y Red Hidráulica de los Baños. ...	74
Figura 35. Instalación de la Ductería para la Red Eléctrica.....	75
Figura 36. Vaciado y nivelado del concreto en las placas.....	75
Figura 37. Instalación de la red sanitaria de los apartamentos	76
Figura 38. Empradización de talud constado norte del proyecto.....	78
Figura 39. Relación de muestras de concreto por elemento estructural	81
Figura 40. Volúmenes de concreto utilizado en el proyecto	83
Figura 41 Curvas de evolución de concreto 3000 Psi-CEMEX	84
Figura 42 Curvas de evolución de concreto 4000 Psi	85
Figura 43. Comparativo de promedios de $f'c$ para concreto de $f'c=3000$ Psi CEMEX-OBRA	88
Figura 44. Comparativo de promedios de $f'c$ para concreto de $f'c=4000$ Psi CEMEX-OBRA	88
Figura 45. Regresión Logarítmica de la evolución del concreto.	90
Figura 46. Curva de evolución de resistencia con extrapolación a 35 y 56 días .	91
Figura 47 . Certificado de Calibración de Teodolito.	98
Figura 48. Teodolito Wild T1-verificacion de referencia.	99
Figura 49. Inicio de dibujo de poligonal.	101
Figura 50. Esquema de la poligonal cerrada.....	103
Figura 51. Elaboración de agujero y retiro de material.....	105

Figura 52. Instrumentos necesarios para ensayo de cono de arena.....	107
Figura 53. Instrumentos para hallar el contenido de humedad del suelo.	107
Figura 54. Partes del Densímetro Nuclear.	108
Ilustración 55. Hincado de la varilla de perforación.	109
Figura 56. Densímetro nuclear en funcionamiento.....	110
Figura 57. Recibo de recibo del concreto en obra.....	113
Figura 58. Implementos para prueba de asentamiento.....	114
Foto 59. Prototipo de mezcladoras que ingresan a la obra.....	115
Figura 60. Toma de muestra para prueba de asentamiento.....	115
Figura 61. Inicio de ensayo de asentamiento.....	116
Figura 62. Enrase del borde del cono.....	117
Figura 63. Limpieza de sobrantes.....	117
Figura 64. Medida del asentamiento.....	118
Figura 65. Cuaderno de registro de muestras llevado por el tomamuestras.....	122
Figura 66. Carpeta para el control diario del concreto.....	123
Figura 67. Tarjeta de Identificación de los paquetes de acero.....	125
Figura 68. Certificado de calidad Malla electrosoldada.....	126
Figura 69. Curvas Esfuerzo Vs. Deformación muestras de acero.....	130
Figura 70. Bomba de presión manual.....	132
Figura 71. Llaves Ridgid y Estilson.....	132
Figura 72. Manómetro para medición de presión del agua-Escala de medida 0 a 200 Psi.	133
Figura73. Esquema de Red Hidráulica Apartamentos.	133
Figura 74. Alzado de Red hidráulica y gas en cuarto de ropas.....	134
Figura 75. Sistema para colocación del manómetro.....	135
Figura 76. Comienzo de cargue de agua.....	136
Figura 77. Válvula cerrada del cabezal de medición y colocación de tapón.....	137
Figura 78. Marquilla para verificar la no manipulación de la prueba.....	138
Figura 79. Fuga provocada por perforación en tubo.....	139

Figura 80. Instalaciones sanitarias para baños y cocinas de los apartamentos.	141
Figura 81. Bajantes red sanitaria de las torres.....	142
Figura 82. Preparación de la red sanitaria para prueba de estanqueidad.....	143
Figura 83. Medición del nivel de agua uno de los puntos de la instalación sanitaria	144
Figura 84. Revisión de los accesorios de la instalación	145
Ilustración 85 Planta red de gas apartamento 01	147
Ilustración 86 Isometría red de gas apartamento 01	147
Figura 87. Colocación del cabezal de medición a la red de gas.	149
Figura 88. Verificación de presión en la red	150
Figura 89. Revisión de la visibilidad de la escala numérica del flexómetro.....	152
Figura 90. Extensión de la cinta métrica.	153
Figura 91. Marcado de la cinta con el visto bueno.	153
Ilustración 92. Colocación del sello de revisado.....	154
Figura 93. Planoteca de la obra.	156
Figura 94. Archivo de planos actualizados.....	156

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución equipo de bombeo	46
Tabla 2 Procesos del SGC y responsabilidades	50
Tabla 3. Nomenclatura utilizada en obra.....	52
Tabla 4 Relación de muestras de concreto	80
Tabla 5. Relación de volúmenes de concreto de diferentes resistencias y destino.....	82
Tabla 6 Evolución de resistencia del concreto (Kg/cm ²)-CEMEX.....	85
Tabla 7. Evolución de resistencia del concreto dada en porcentaje-CEMEX.....	85
Tabla 8. Evolución de resistencia del concreto (Kg/cm ²)-CEMEX.....	86
Tabla 9. Evolución de resistencia del concreto dada en porcentaje-CEMEX.....	86
Tabla 10 . Porcentajes de resistencia minimos para las diferentes edades.....	86
Tabla 11. Promedios mensuales de la resistencia del concreto a las diferentes edades.	87
Tabla 12. Evolucion de resistencia a la compresión de la muestra 616.	89
Tabla 13. Resistencia de la muestra a los 7, 14 y 28 dias.	89
Tabla 14. Valores hipoteticos de resistencia a los 35 y 56 dias.	91
Tabla 15. Resistencia de la muestra 616 a los 56 dias.	92
Tabla 16. Promedio de resistencia a los 56 dias para la muestra 616.	92
Tabla 17. Actividades a las cuales se les ejerció control de calidad	95
Tabla 18. Inicion de llenado de cuadro de cartera.	101
Tabla 19. Continuacion de carteras topográfica.....	102
Tabla 20. Culminacion de cartera topográfica.....	103
Tabla 21. Requisitos de ensayo a tracción para barras corrugadas de acero según NTC 2289	128

Tabla 22. Resultados de laboratorio para ensayo a tracción del acero.....	129
Tabla 23 Presiones para el ensayo de hermeticidad	146

ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Verificación Y Ajuste De Aparatos Topográficos CTR-FO-71	163
ANEXO 2. Reporte De Densidades De Campo CTR-FO-16.....	164
ANEXO 3. Formato Producto No Conforme En Obra-PNC.....	165
ANEXO 4. Cuadro De Desperdicios CTR-FO-52	166
ANEXO 5. Cuadro De Control De Concreto-CTR-FO-15.....	167
ANEXO 6. Reporte De Densidad Con Cono De Arena. CTR-FO-45	168
ANEXO 7. Envío De Elementos De Concreto A Ensayo. CTR-FO-34	169
ANEXO 8. Registro Control Diario De Concretos. CTR-FO-31	170
ANEXO 9. Envío De Elementos De Acero A Ensayo- CTR-FO-33	171
ANEXO 10. Control De Redes Hidráulicas Internas. CTR-FO-25.....	172
ANEXO 11. Prueba De Estanqueidad. CTR-FO-26	173
ANEXO 12. Control De Redes De Gas Internas. (Pruebas). CTR-FO-24.....	174
ANEXO 13. Listado De Verificación De Flexómetros. CTR-FO-30	175
ANEXO 14. Control De Entrega De Planos En Obra. CTR-FO-38.....	176

RESUMEN

TÍTULO: SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LA OBRA TAYRONA I, Y MANUAL PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE CALIDAD DE ACUERDO A LA NTC ISO 9001:2008 Y LAS EXPERIENCIAS VIVIDAS EN CAMPO *

AUTOR: MILLER ANDRÉS HERNÁNDEZ CASTAÑEDA**

PALABRAS CLAVE: PROYECTO, ESPECIFICACIONES, SUPERVISIÓN, SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD, PLAN DE CALIDAD, PRUEBAS, REVISIONES.

DESCRIPCIÓN:

En el capítulo dos y tres se presenta en forma resumida las generalidades de la empresa que desarrolla el proyecto (URBANAS S.A), haciendo énfasis en su historia, misión y visión. Además se hace una descripción detallada de las características de la obra en la que se adelantó la práctica, y a su vez mostrando también las especificaciones generales de la misma, tales como cimentación, estructura, mampostería y redes de servicios públicos, entre otras.

En el siguiente capítulo se muestra brevemente el sistema de gestión de calidad desarrollado por URBANAS S.A para luego dar paso a la descripción de cada una de las actividades a las que se le hizo acompañamiento y supervisión en el proceso constructivo de la obra, dando cumplimiento al plan de calidad planteado.

Finalizando, en el capítulo cinco se desarrolla un manual, el cual tiene la intención de explicar cómo se ejecutan las actividades de control descritas en el plan de calidad, de una manera clara y sencilla, teniendo en cuenta los señalamientos de las normas ICONTEC y las recomendaciones hechas por el autor, de acuerdo a las experiencia adquirida en la ejecución de las mismas dentro de la práctica empresarial en el proyecto TAYRONA I de la empresa URBANAS S.A.

Dentro de este, en un comienzo se narran las revisiones que se debe hacer a los equipos de topografía y los ensayos necesarios para conocer algunas características de los suelos en obra; luego se describe de forma minuciosa el control de calidad que se debe hacer al concreto y al acero que se utiliza, desde que llega y hasta que se envían las muestras para ensayo al laboratorio.

Además, en este mismo capítulo, se instruye la forma como se deben hacer las pruebas necesarias para conocer el estado de las redes hidrosanitarias y de gas luego de ser construidas.

* Trabajo de Grado. Modalidad Práctica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. Álvaro Rey Soto. Tutor: Ing. Julián Mora Chávez.

ABSTRAC

TITLE: MONITORING OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE PROJECT TAYRONA I, AND MANUAL FOR THE IMPLEMENTATION OF THE QUALITY PLAN ACCORDING TO THE NTC ISO 9001:2008 AND FIELD EXPERIENCES *

AUTHOR: MILLER ANDRES HERNANDEZ CASTAÑEDA.**

KEY WORDS: PROJECT, SPECIFICATIONS, MONITORING, QUALITY MANAGEMENT SYSTEM, QUALITY PLAN, TESTS, REVIEWS.

DESCRIPTION:

In chapter two and three are presented in summary form an overview of the company that develops the project (URBANAS S.A.), emphasizing its history, mission and vision. In addition, a detailed description of the project characteristics where the practice took place, and in turn also showing the project general specifications, such as foundations, structure, masonry and utility networks, among others.

The following chapter shows briefly the quality management system developed by URBANAS SA, then give way to the description of each of the activities to were made support and monitoring in the construction process of the project, in compliance with quality plan established.

Ending, chapter five is developed a manual, which tries to explain how to carry out the control activities written in the quality plan in a clear and simple way, following the signs of the ICONTEC rules and recommendations by the author, according to the experience taken from the execution of the activities inside the business practice in the project TAYRONA I by URBANAS SA

Within this, in the beginning are shown the revisions that must be carry out to the topography equipment and tests necessary to know some soil characteristics in the project, then it is provided carefully the quality control which should be done to the concrete and steel that is used, since it arrives until specimens are sent to a lab for testing.

Moreover, in this chapter, it is described the way how it must do the necessary tests to know the state of the plumbing and gas networks after being built.

* Project of Grade. Modality Business Practice.

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Ing. Álvaro Rey Soto. Tutor: Ing. Julián Mora Chávez

INTRODUCCION

La organización URBANAS S.A. se ha desarrollado como una de las empresas más importantes de Santander gracias a sus más de ochenta años construyendo grandes edificaciones que se caracterizan por sus altos índices de calidad en la entrega del producto.

Como una organización certificada en sistemas de gestión de calidad ISO 9000:2008 requiere de una supervisión técnica de las actividades en cada uno de los procesos. De acuerdo a eso esta organización da la oportunidad de que un estudiante de último nivel, que posee los conocimientos teóricos en ingeniería civil otorgados por la universidad, para que desarrolle la practica empresarial en una de las obras que construye.

De esta forma este proyecto se desarrollo en torno a los procesos constructivos de la obra TAYRONA I, con el cargo de Auxiliar de calidad en obra, desde donde se pudo dar acompañamiento y supervisión a las diferentes actividades que comprende la consecución de un proyecto de vivienda como en el que se trabajó.

Cada una de las actividades fueron vigiladas de acuerdo al sistema de gestión de calidad de la empresa y que para los procesos de construcción de cada proyecto establece un plan de calidad, el cual es desarrollado en obra, en donde se indica los controles de calidad que se deben realizar para las diferentes actividades consideradas, además de los registros y normas que se deben seguir para cumplir con los objetivos de calidad.

De ahí que en este proyecto se logro obtener un gran aprendizaje a nivel constructivo y de supervisión, pudiéndose plasmar en este libro el seguimiento o

acompañamiento para las actividades de construcción y que están contempladas en el plan de calidad, para el cual también se desarrollo un manual en donde se describen los pasos a seguir en cada uno de los controles de calidad de los diferentes productos, con base en las normas ICONTEC y además el aprendizaje obtenido tras haber trabajado arduamente en la consecución de los lineamientos establecidos en dicho plan.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Ejecutar las actividades de acompañamiento y supervisión correspondientes a lo establecido en el plan de calidad de obra TAYRONA I, de acuerdo al Sistema de Gestión de la calidad de la organización URBANAS S.A. durante el desarrollo de las actividades que hacen parte de los procesos constructivos del proyecto.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Entender e interpretar adecuadamente la conformación del sistema de gestión de la calidad establecido por URBANAS S.A., y por ende del plan de calidad de la obra en la que se desarrolla la práctica, con el fin de realizar un desarrollo adecuado de las verificaciones, pruebas y ensayos respectivos para cada actividad.
- Supervisar los procesos constructivos haciendo una verificación de que en cada una de las actividades se sigan los lineamientos establecidos en las especificaciones técnicas preestablecidas por los diseñadores y calculistas teniendo como base los conocimientos adquiridos como estudiante de ingeniería civil.
- Realizar un control diario del concreto que ingresa a la obra el cual es utilizado para la elaboración de diferentes elementos estructurales, garantizando que las características técnicas de este estén de acuerdo a las especificaciones solicitadas en la obra.

- Estudiar y comprender las directrices que indica el instituto colombiano de normas técnicas para el control de calidad de un proyecto de construcción y así hacer los respectivos muestreos de concreto y acero, además de las respectivas pruebas y ensayos realizados para garantizar la calidad de los elementos que hacen parte de la obra.
- Realizar todas y cada una de las pruebas o ensayos establecidos en el plan de calidad del proyecto, con base en las normas y hacer los respectivos registros en los diferentes formatos establecidos para ello
- Elaborar un documento en donde se establezcan los procedimientos para la realización exitosa de las diferentes verificaciones, muestreos, pruebas y ensayos para el control de calidad de los productos construidos en obra.

2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 RESEÑA HISTORICA

En el año 1923 el señor Alejandro Puyana Martínez conformó en compañía de hermanos y cuñados la firma Sucesores de David Puyana S.A. una de las más antiguas sociedades anónimas fundadas en Santander.

Una de sus primeras obras fue la construcción, en tierra, de la hoy carrera 27 desde el "Parque de los Niños", esquina con la calle 32 hasta la "Puerta del Sol" carrera 15, construcción del "Acueducto Puyana" con aguas de la Quebrada de la Iglesia, para alimentar el "Barrio Puyana" .

Después de varias administraciones, en febrero de 1946 Don Alfredo Peña Puyana, entregó a Sucesores de David Puyana en liquidación desde 1.940, a Armando Puyana. Este inició la construcción de la calle 42 con servicios de alcantarillado, acueducto y sardineles.

La construcción de la Urbanización "Cabecera del Llano", se proyectó entre el 46 y el 49 año en que se constituyó **Urbanizadora David Puyana S.A., "Urbanas"** - con los activos y pasivos de Sucesores y los mismos socios.

Se iniciaron proyectos de vivienda en San Pío X y calle 56, casas en el barrio Terrazas, urbanismos en Campo hermoso, donde posteriormente se desarrollaron viviendas económicas.

En 1.964 se adquirieron y urbanizaron la mayor parte de los terrenos que el Club Campestre poseía sobre la carrera 33 de calle 49 a 56. Simultáneamente se inició

la urbanización de vivienda "El Poblado", contigua al casco del municipio de Girón donde se construyeron más de 2.000 viviendas de diferentes valores y se iniciaron las urbanizaciones industriales de Chimitá y Vegas de Villamizar. También se inició la urbanización de Pan de Azúcar, en la que predominó la construcción de nivel alto.

Al adquirir Urbanas los terrenos de Cañaveral ubicados al occidente del antiguo "Lago de Florida", se tomó la decisión de participar en la contratación oficial para lograr la construcción de la autopista Bucaramanga Florida blanca, así como la vía Palenque Café Madrid.

Hace ya 25 años se inició la construcción de la primera etapa del "Centro Comercial Cabecera", y simultáneamente se inicia el desarrollo de Cañaveral. Posteriormente en "Cabecera" se desarrollaron las etapas II a IV todas con pleno éxito. El desarrollo del Centro Comercial Cañaveral fue más lento pero para 1.993 se puede considerar en un 80% de su desarrollo.

En terrenos del antiguo "Tejar Moderno" se desarrollaron cuatro programas de vivienda, se han cedido terrenos para el templo y construcción del estadio de Atletismo Luís Enrique Figueroa y el Centro de Ciencia y Tecnología de Bucaramanga.

En Cañaveral se han desarrollado varios proyectos de vivienda media alta. Se desarrolló el Urbanismo del Barrio Parque de Cañaveral, frente a las canchas de golf del Club Campestre. En 1998 se construyó el primer conjunto de 140 viviendas denominado Álamos Parque y en cabecera proyectos de gran altura como Casa Hacienda.

Dentro de los diversos proyectos urbanísticos desarrollados por la compañía se encuentra el proyecto internacional de Ruitoque Condominio, conjunto residencial de gran extensión con una inigualable infraestructura de servicios, que ofrece una gran calidad de vida con la mayor seguridad. Este condominio incluye: Club de Golf, Tenis, Squash, Marina a Vela, hípica recreativa y en proceso un Resort Hotel con habitaciones, suites y cabañas. Está conectado con la autopista Bucaramanga Piedecuesta tres kilómetros adelante de Floridablanca por magnífica carretera y en él se desarrolla una de las mejores urbanizaciones del país y del mundo por lo que hemos visto en el entorno de complejos similares en el resto del planeta; actualmente en este proyecto habitan más de quinientas familias.

Dentro del condominio se encuentra Ruitoque Golf Country Club, con un campo de golf de 18 hoyos diseñada por Nicklaus Desing y construida por Jerry Pierman, con campo de práctica y campo ejecutivo de 6 hoyos iluminados, sede náutica para actividades de vela y remo, pesca y restaurante, sede de tenis con cancha en polvo de ladrillo y sintética, cancha de squash, canchas múltiples y de voleyball de playa, piscinas, club de niños y un magnífico gimnasio, vertieres, bar y restaurantes.

Uno de los retos para el desarrollo de Ruitoque Condominio, fue el de cómo dotarlo con servicios públicos. La magnitud del proyecto, su localización fuera del perímetro de servicio del AMB y de la CDMB, para el servicio de alcantarillado eran obstáculos para su desarrollo.

En el año 94, se crea la Ley 142, la cual permitió a los particulares la prestación de servicios públicos y es este hecho el que da paso a la constitución de la sociedad y vía libre a la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en Ruitoque Condominio.

La empresa creada inicialmente con ese fin, pero con un objeto social amplio que le permite la prestación de servicios de servicios públicos sin restricciones geográficas hoy en el 2.007, se apronta para la prestación de los servicios en el Valle de Menzulí, Mesa de Ruitoque, Ruitoque bajo y costado oriental del anillo vial, además de su posible participación en la operación de acueductos municipales.

En los últimos años se ha construido para la Universidad Autónoma de Bucaramanga, la Facultad de Medicina, el Campus Polideportivo de Terrazas, y el Edificio de Ingenierías; además se han desarrollado proyectos de alto impacto como Jardines del campestre, Mirador del Valle, Altos del Valle, Parque Central, Casa de don David, Hacienda Mayor, Iroka, Arawak y bodegas como Provincia de Soto.¹

2.2 MISION

Urbanizadora David Puyana S.A. “URBANAS” satisface a sus clientes en los requerimientos de espacios y terrenos para: habitación, recreación, comercio e institución, proponiendo, comercializando y construyendo proyectos con conceptos innovadores para la convivencia comunitaria, la preservación del medio ambiente y el mejoramiento social y económico del país.

2.3 VISIÓN

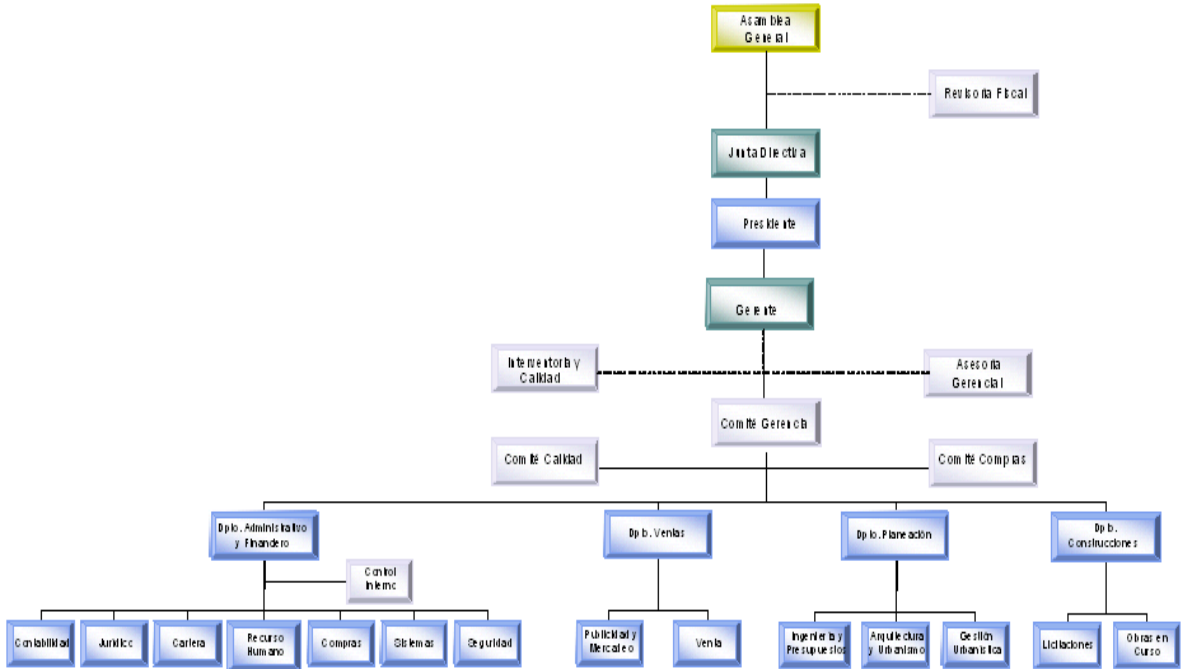
URBANAS S.A. en el 2010 mantendrá el liderazgo local, trascenderá al ámbito nacional proyectando sus valores y compromisos, en el desarrollo de proyectos de construcción que abarquen todos los segmentos del mercado y que generen

¹ Manual de calidad URBANAS S.A, 2009. p. 4

impacto en el desarrollo urbanístico.²

2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

Figura 1. Esquema estructura organizacional de la empresa.

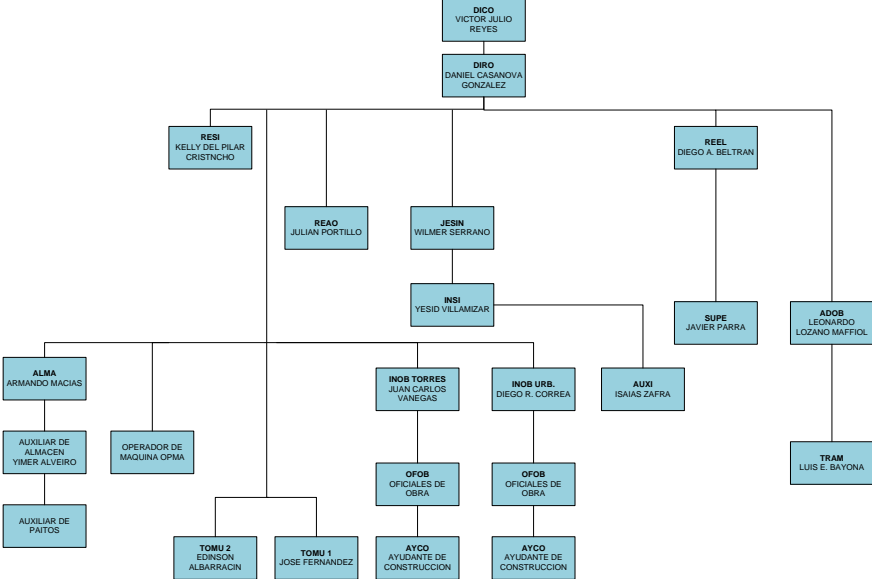


Fuente: Manual de construcciones. URBANAS S.A

² Ibid., p. 6

2.4.1 Estructura de proyectos de construcción

Figura 2. Estructura de proyectos de construcción



Fuente: EL Autor

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO.

3.1 LOCALIZACION

El proyecto CONJUNTO RESIDENCIAL TAYRONA I se encuentra ubicado en la carrera 21 número 158-65 del Municipio de Floridablanca en el predio identificado con los siguientes números 01-04-0188-0001-000, 01-04-0189-0001-000, 01-04-0189-0008-000, 01-04-0189-0009-000 y 01-04-0189-0010-00.

Para acceder a Tayrona I, se puede ingresar por la Urbanización el Bosque, por la proyectada Transversal del Bosque, tomando la Avenida El Bosque hasta la calle 158 y de ahí se ingresa por la Carrera 21.

Si se accede por Cañaveral, se toma la paralela al CAI, buscando la perimetral al Parque de Cañaveral y conectando después del puente con la calle 158, ingresando por la Carrera 21.

3.2 EL PROYECTO

EL CONJUNTO RESIDENCIAL TAYRONA I está incorporado a la unidad inmobiliaria TAYRONA desarrollado en el lote A, lote B, lote C, lote D y un lote I para la zona social según el plano de urbanismo general aprobado por la curaduría segunda de Floridablanca el 3 de septiembre de 2008 consta de:

240 apartamentos distribuidos en 5 torres con 4 apartamentos por piso y altura de 12 pisos para un total de 48 apartamentos por torre y un área total construida conjuntamente con sus áreas comunes de 28.069,17m², distribuidos de la siguiente forma:

La torre tipo: pisos no. 1-2-6 y 10 apartamentos 01 con área construida de 78,39 m² y área privada de 72,73 m². Apartamentos 02 con área construida de 78,91 m² y área privada de 73,21 m², apartamentos 03 con área construida de 86,23 m² y área privada de 80,03 m², apartamentos 04 con área construida de 85,71 m² y área privada de 79,55 m²; pisos 3-4-5 y 9 apartamentos 01 con área construida de 78,06 m² y área privada de 72,25 m². Apartamentos 03 con área construida de 86,56 m² y área privada de 80,52 m²; pisos no. 3,4 apartamentos 02 con área construida de 79,24 m² y área privada de 73,41 m². Apartamentos 04 con área construida de 85,38 m² y área privada de 79,24 m²; pisos no. 5, 7,8 y 9 apartamentos 02 con área construida de 79,24 m² y área privada de 73,46 m². Apartamentos 04 con área construida de 85,38 m² y área privada de 79,30 m²; pisos no. 7 y 8 apartamentos 01 con área construida de 78,06 m² y área privada de 72,17 m². Apartamentos 03 con área construida de 86,56 m² y área privada de 80,21 m²; pisos no. 11 y 12 apartamentos 01 con área construida de 80,53 m² y área privada de 75,01 m². Apartamentos 02 con área construida de 82,05 m² y área privada de 76,62 m², apartamentos 03 con área construida de 89,37 m² y área privada de 83,40 m². Apartamentos 04 con área construida de 87,85 m² y área privada de 81,76 m².

También se construyó un área de estacionamiento de 5.394,96 m² con un total de 291 estacionamientos distribuidos en cuatro niveles de la siguiente forma: niveles 815,5 a 817 quedan 69 estacionamientos cubiertos. De los niveles 818,5 a 820 quedan 72 estacionamientos cubiertos y 42 descubiertos. De los niveles 821,5 a 823 quedan 69 estacionamientos cubiertos, de los niveles 824,5 a 826 quedan 39 estacionamientos descubiertos.

3.3 ESPECIFICACIONES GENERALES

El conjunto residencial TAYRONA I está diseñado para dar respuesta a las necesidades de la vida diaria.

La estructura soporta el peso de los edificios. Está compuesta de elementos horizontales (placas, vigas), verticales (columnas, muros) y enterrados (cimientos). Las placas y vigas no sólo soportan su propio peso, sino también el de los mesones, enchapes, muebles y personas. Las columnas y muros reciben el peso de las vigas y placas y transmiten toda la carga a los cimientos y éstos al terreno. Las fachadas forman el cerramiento del edificio y lo protegen de los agentes climatológicos y del ruido exterior. Por una parte proporcionan intimidad, pero a la vez permiten la relación con el exterior a través de sus vanos tales como ventanas, puertas y balcones.

La cubierta, al igual que las fachadas, protege de los agentes atmosféricos y aísla de las temperaturas extremas. La cubierta de las torres es en concreto reforzada e impermeabiliza.

Las instalaciones o redes son el equipamiento y el sistema que permite la existencia de servicios para los usuarios del edificio y mediante ellos se obtiene el nivel de confort requerido por los usuarios para las funciones a realizar en el mismo.

3.3.1 Cimentación

Figura 3. Cimentación Torres 1 y 2



Fuente: Ing. Kelly C.

Es el apoyo del edificio sobre el terreno, está situada bajo tierra y sobre ella se levanta la estructura.

Por medio de la cimentación se trasladan todas las cargas del edificio al terreno sobre el que se apoya. La cimentación está conformada de la siguiente manera:

Vigas principales y vigas de amarre de cimentación en concreto reforzado, diseñadas y construidas según el Código Colombiano De Construcciones Sismo Resistentes NSR-98.

Los cimientos de los parqueaderos son zapatas aisladas con vigas de amarre en concreto reforzado, diseñadas y construidas según los mismos criterios y

siguiendo las recomendaciones del Estudio de Suelos elaborado por la firma Geotecnología Ltda, dirigida por el Ing. Jaime Suárez Díaz.

3.3.2 Estructura

Es el conjunto de elementos que componen el esqueleto portante del edificio, encargado de trasladar a la cimentación, las cargas y sobrecargas que soporta.

Figura 4. Estructura tipo túnel, Torres 4 y 5



Fuente: Autor

El sistema estructural de los apartamentos del proyecto TAYRONA comprende placas de entrepiso y muros cargueros de concreto reforzado fundidos con el sistema Outinord según diseño estructural (Código Colombiano De Construcciones Sismo Resistentes NSR-98).

Los parqueaderos ubicados en el sótano son en concreto reforzado con columnas, vigas y placa de entrepiso maciza, según diseño estructural (Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98).

Los demás parqueaderos serán descubiertos, en superficie.

Las escaleras se construyeron en concreto reforzado, columnas, vigas y placa maciza, según diseño estructural (Código Colombiano De Construcciones Sismo Resistentes NSR-98).

3.3.3 Mampostería

Figura 5. Acabados de mampostería y friso Torres 4 y 5



Fuente: Autor

Los muros divisorios fueron conformados en ladrillo en arcilla H7, H10, y H15 siguiendo las recomendaciones del Código Colombiano De Construcciones Sismo

Resistentes NSR-98. Estas unidades de ladrillo son colocadas y pegadas con mortero de pega para conformar el muro.

El mortero utilizado para pegar las unidades de mampostería internas tiene una dosificación 1:4 y un espesor de 1,5cm en las mampostería de fachada tiene una dosificación 1:3 y espesor de 1,5 de acuerdo a lo especificado en el manual de construcciones de la empresa.

Los ladrillos utilizados son de arcilla cocida de perforación horizontal, utilizados como unidades de mampostería no estructural en muros interiores divisorios y muros exteriores no estructurales que tienen un acabado de protección con pañete.

3.3.4 Pañetes

Figura 6. Friso costado Suroriental de la Torre 2



Fuente: El Autor

Es un tipo de revestimiento el cual se caracteriza por ser una capa de material aplicada sobre la superficie de paredes de mampostería o pantallas en concreto (en este caso mortero) que componen el edificio, para protegerlas, decorarlas o utilizarlas mejor.

Los muros interiores en mampostería de los apartamentos se le aplico friso liso.

Los muros de los baños, cocina y zona de ropas de los apartamentos se les aplico friso liso impermeabilizado con dosificación 1:4 de acuerdo al manual de construcciones.

Los muros de fachada de mampostería y en el punto fijo se les aplicaron friso liso impermeabilizado con dosificación de mortero 1:3.

Otros tipos de revestimientos utilizados son:

- Revestimiento con estuco:

Utilizado en el interior de los apartamentos tanto en muros como en placas

- Revestimiento con Graniplast:

Las fachadas de las torres tienen un acabado final en graniplast de color blanco y con algunas secciones en ocre de acuerdo con lo especificado en los diseños.

Ilustración 7. Acabado Final Fachadas



Fuente: El Autor

3.3.5 Desagües e instalaciones hidrosanitarias

Figura 8. Redes instaladas costado Noroccidental de la Torre 4



Fuente: El Autor

En la figura 7. Podemos identificar las siguientes redes y elementos:

- 1- Instalación de Gas
- 2-Instalacion Eléctrica
- 3-Bajanta de Aguas Lluvias
- 4-Tuberia de Ventilación
- 5-Bajante aguas residuales cocina y ropas
- 6-Acometida agua potable
- 7-Bajante sifones de punto fijo o zona común.
- 8-Buitron de cocina
- 9-Caja para medidor de agua

Las redes hidráulicas y sanitarias internas de los apartamentos se diseñaron y construyeron siguiendo la norma ICONTEC 1500, o Código Colombiano de fontanería y RAS 2000.

Las instalaciones de agua potable, sanitarias, reventilaciones y de aguas lluvias se construyeron en tubería de PVC.

3.3.5.1 Red Sanitaria o saneamiento

Figura 1. Red sanitaria Baños bloque Sur Torre 4 y 5



Fuente: El Autor

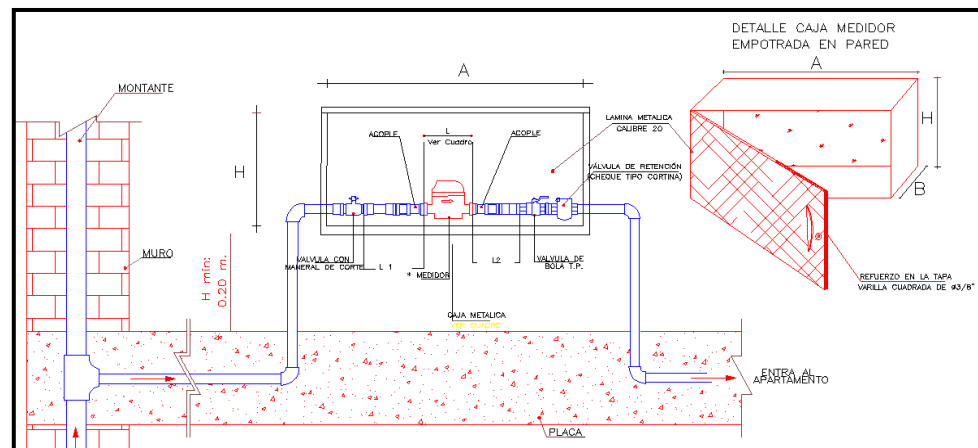
La instalación de saneamiento es la red de evacuación de las aguas residuales y pluviales, desde los aparatos sanitarios y punto de recogida de aguas de lluvia hasta la acometida a la red de alcantarillado.

El diseño contemplo la separación de aguas residuales y lluvias, las instalaciones sanitarias internas recogen a su paso las aguas negras y lluvias de los diferentes aparatos, rejillas y tragantes de la edificación, y son captadas por cajas de inspección conducidos en forma separada hasta los colectores principales los cuales a su vez recogen y entregan al sistema de alcantarillado proyectado. En los planos del proyecto se presentan los respectivos detalles.

3.3.5.2 Red Hidráulica o de fontanería. La instalación hidráulica es la red de distribución de agua fría y caliente para uso en cocinas y aseos, desde la acometida interior del edificio hasta los aparatos de consumo.

La red hidráulica dentro del apartamento está dividida en una instalación para agua fría y otra para agua caliente las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Figura 10. Esquema de la instalación domiciliar externa para cada



Fuente: Planoteca digital-HID 21

El agua potable llega a los apartamentos a través de una montante que sube por un costado del punto fijo en diámetro de 4" en los pisos 1 y 2, en diámetro de 3" del pisos 3 al 7, en diámetro de 2 1/2" del piso 8 al 9, en diámetro de 2" del pisos 10 al 11 y el último tramo en 1 1/4". Luego pasa por un medidor el cual está ubicado en la entrada de cada apartamento y entra en tubería de 1" a la residencia y distribuye a la cocina, cuarto de ropas y a los baños, auxiliar y privado. En el cuarto de ropas el agua fría pasa por el calentador y de ahí se distribuye hacia los puntos que requieren agua caliente como son, la lavadora, el lavaplatos y los baños.

Los componentes de toda la instalación hidráulica son:

Acometida

Red de agua fría

Red de agua caliente

Medidor

Válvula de retorno o cheque

Válvula reguladora de presión

Válvula reguladora de golpe de ariete

Válvula disipadora de aire (ventosa)

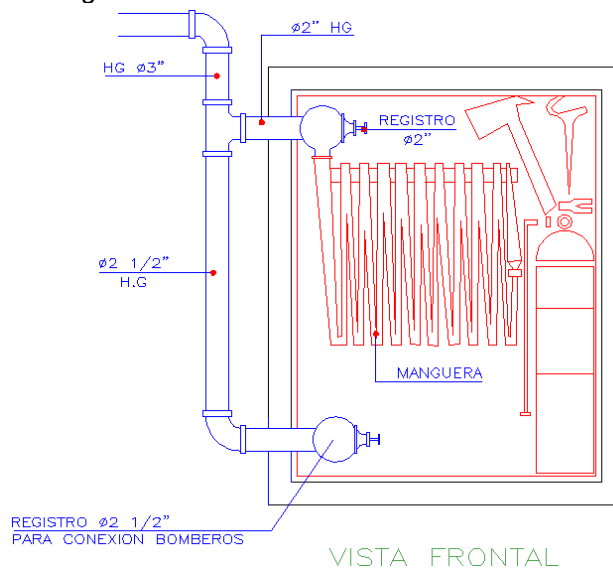
Válvula tipo compuerta.

En caso de mantenimiento de la red se cuenta con válvula de corte hasta el piso 7 en las torres 1 y 2; hasta el piso 5 en la torre 3; hasta el piso 4 en las torres 4 y 5.

La instalación de agua fría es la encargada de llevar el agua que se consume en la vivienda, desde la red de la compañía de acueducto suministradora hasta los aparatos de consumo.

3.3.5.3 Red Contra Incendio

Figura 11. Gabinete contra incendio



Fuente: Planoteca digital-HID 21.

La tubería de a red contra incendio fue construida en hierro galvanizado tipo pesado. Esta viene del tanque de almacenamiento impulsada por motobombas hacia las torres por una tubería de 6" y que varía de acuerdo al diseño. Dentro de la torre sube por un costado del punto fijo en 3" hasta cada gabinete contra incendio.

Este gabinete cuenta con todos los siguientes elementos:

- Válvula angular tipo Globo de 1-1/2X1-1/2 en Bronce
- Válvula angular tipo Globo de 1-1/2X1-1/2 en Bronce con tapa y cadena.
- Soporte tipo canastilla para manguera gabinetera.
- Tramo de manguera de 1-1/2X100 pies acoplada SYNERGY
- Boquilla chorro y neblina en policarbonato
- Hacha pico de 4-1/2 libras importada
- Llave SPANNER dos servicios C/Plateada
- Extintor multipropósito ABC de 10 libras.

3.3.6 Instalaciones de gas natural. Esta instalación distribuye el gas natural desde la acometida de la compañía suministradora hasta cada aparato de consumo.

La compañía METROGAS provee la red hasta los centros de medición colocados en el primer piso de las torre y distribuidos de tal forma que queda uno para cada sector de apartamentos, en total son cuatro centros de medición. Antes de pasar por los medidores se colocó una válvula reguladora y a partir de ahí hizo la instalación de tubería para cada apartamento, la cual tiene características como: tubería de acero calibre 40, normas NTC 2249 y 3470, ASTM a-53, la cual lleva conexiones roscadas tipo cónico NPT según la NTC 332.

Esta instalación va cubierta por un buitrón de mampostería el cual es erigido hasta la cubierta del edificio y con viguetas ancladas a la placa cada piso, la instalación en acero se adentra en cada apartamento embebida en la placa en tubería de ½" y se distribuye para la cocina y el cuarto de ropas con sus respectivas válvulas de paso directo.

Figura 12. Construcción de buitrón que cubre las instalaciones



Fuente: Autor

Los cuartos de ropas son los sitios de permanente ventilación dispuestos en el apartamento, los cuales tienen una rejilla de ventilación en su parte baja, una en la parte alta de la ventana y un conductos para el calentador, debido a esto el calentador de agua debe ir colocado en este sitio ya que es el indicado para este según la norma NTC-3631.

3.3.7 Acabados generales de las torres. En la obra se hicieron acabados como carpintería de madera, carpintería metálica, pisos, enchapes, carpintería de aluminio, estuco y pintura. Los cuales requieren de una inspección minuciosa y de atención al detalle a la hora de revisar. En este informe no se entrara en detalle de esta actividad ya que la práctica empresarial se desarrolló primordialmente alrededor de otras áreas.

Figura 13. Acabados Finales de la Fachada de las Torres



Fuente: El Autor

3.3.8 Equipos adicionales

- **Ascensor**

Cada torre del proyecto cuenta con un ascensor marca MITSUBISHI, de la última generación (voltaje variable, frecuencia variable), serie VEXWAY S-AW, para 10 pasajeros, con capacidad para 700 Kgs., velocidad de 105m/min. (1,75m/seg), con 12 entradas y paradas por el mismo lado, operación: colectiva, selectiva,

automática en ambos sentidos 2BC. Puertas de apertura central CO. Recorrido 29m.

Figura 14. Construcción de ascensor



Fuente: El Autor.

- **Equipo Hidroneumático**

Este conjunto cuenta con los siguientes motores para el bombeo de agua.

Ilustración 15. Montaje de los motores para bombeo



Fuente: El Autor.

El equipo hidroneumático está ubicado en el cuarto de máquinas el cual está junto al tanque de almacenamiento situado en el sótano de la zona social.

Para las torres 1 y 2 se cuenta con 3 motobombas marca PEDROLLO de Ref: CP680A-10 con una potencia de 10 HP, y que cuenta además con un tanque HIDROFLOW de 1500 LT y sus respectivos accesorios como manómetro y flotador eléctrico. El caudal de estas es de 144 GPM y manejan presiones entre 80 y 100 Psi.

Para las torres 3, 4 y 5 se especifican 3 motobombas de marca HIDROMAC y con referencia 1 1/2X2X9A las cuales poseen una potencia de 15 HP, tanque HIDROFLOW de 1500LT, el caudal que pueden manejar es de 184 GPM, presiones que van desde los 80 hasta los 100 Psi.

La red contra incendios está provista de 2 motobombas, la primera con marca IHM y Ref. 20 H-30 con potencia de 30 HP y la segunda marca IHM Ref. 15HH-10 con una potencia de 10 HP.

En el siguiente cuadro se observa la distribución de los motores para bombeo y algunas características

Tabla 1. Distribución equipo de bombeo

Uso	Potencia (HP)	Nº fases	Cantidad en torre
Presión constante T1 y 2	10	3	2
Presión constante T3,4 y 5	15	3	2
Jocky	10	3	1
Contraincendio	30	3	2

Las bombas tienen acometidas con las siguientes características:

- La acometida para las bombas de presión constante torre 1 y 2, se localizan en el cuarto de bombas de la zona social se encuentran alimentadas por una acometida en cable Cu THHN 3N°2+1N°6T. El equipo de presión constante para las torres 3, 4 y 5 localizado también en el cuarto de bombas tiene una acometida en cable Cu THHN 3N°1/0+1N°6T. Las dos acometidas de presión constante tienen un automático trifásico regulable de 70-100A en el tablero general de baja tensión, el cual protege la acometida desde la subestación hasta el cuarto de bombas y otro en el cuarto de bombas junto a las maquinas que a su vez se disparan en caso de corto en la máquina.
- Cada equipo de presión constante cuenta con dos bombas una principal y la otra de respaldo.
- La acometida para bombas contraincendios está en cable Cu THHN 2x (3N°1/0+1N°6T) e interruptores automáticos de 400 Amperios.
- EL conjunto cuenta con una transferencia independiente para las bombas contraincendios que permiten desenergizar la totalidad del conjunto y da energía únicamente la bomba contraincendios ya sea por medio de la alimentación de la red externa o por la planta de emergencia.
- Las bombas Jocky se encuentran alimentadas de las mismas acometidas del sistema en que funcionan.
- Cada sistema de bombeo cuenta con tableros certificados que contienen contactores y reguladores de velocidad que permiten el funcionamiento automático de las bombas.

3.3.9 Instalaciones eléctricas internas

3.3.9.1 Aspectos Generales

- **Voltaje de alimentación**

Cada apartamento cuenta con acometida trifilar (dos fases un neutro y una tierra). La tensión monofásica es de aproximadamente 120 voltios en tomas y salidas de iluminación (portalámparas), por lo tanto procure que los aparatos y artefactos que instale, estén diseñados para este nivel de tensión y garantizar así su vida útil.

Para una mayor duración de las bombillas y ahorro de energía se recomienda el uso de bombillas ahorradores de 25W.

- **Medida**

Para medir el consumo de energía se instaló un contador trifilar de energía activa 100 amperios, el cual se encuentra en un tablero de contadores al respaldo del foso de ascensor de cada torre. La tapa de conexiones tiene sellos de seguridad que solamente podrá retirar la EMPRESA de SERVICIOS PUBLICOS RUITOQUE ("ESP").

Figura 2. Tablero de contadores



Fuente: El Autor

4. SUPERVISIÓN DE A LAS ACTIVIDADES QUE COMPRENDEN EL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

Un sistema de gestión de la calidad formal y documentado establece estrategias sobre los procesos que controlan aquellas actividades de la compañía que tienen un efecto sobre la calidad de sus productos.

Antes de hablar sobre el acompañamiento que se hizo en algunas de las actividades desarrolladas en la obra, se hablará sobre el sistema de gestión de calidad de la empresa y su aplicación específica en la realización del producto es decir en los procesos de construcción.

4.1 MODELO DE SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD DE URBANAS S.A

El modelo del sistema de calidad se agrupa en cuatro subsistemas interactivos de gestión de calidad y que se deben normatizar en la organización:

- Responsabilidad de la Gestión
- Gestión de los Recursos
- Realización del Producto o Servicio
- Medición, Análisis y Mejora

Dentro de la estructuración que desarrolló URBANAS S.A. de su Sistema de Gestión de Calidad que destacar:

4.1.1 Responsables y recursos del sistema de gestión de la calidad.

4.1.1.1 Responsabilidad y autoridad. URBANAS S.A. ha establecido en el manual de funciones y responsabilidades los niveles de autoridad para los cargos directivos y de mandos medios de la compañía. Igualmente ha asignado los siguientes responsables para direccionar y mantener el SGC:

- La alta dirección está conformada por el Comité de Gerencia.
- La Subgerente Financiera y Administrativa como Representante de la Dirección.
- Comité de Calidad encargado de direccionar el sistema de calidad de Urbanas y de fomentar las acciones de mejora.
- Auditores Internos quienes directamente evalúan el Sistema de Gestión de la Calidad implementado dentro de la organización.
- Dueños de procesos quienes son los responsables de cada proceso.
- Para cada proyecto se define la estructura necesaria con el fin de asegurar la calidad, en el cumplimiento de los requisitos del cliente y de la organización.

A continuación se relacionan los procesos del SGC y los responsables de cada uno.

Tabla 2. Procesos del SGC y responsabilidades

PROCESO	RESPONSABLE
GER: Gerencial	Subgerente Financiera y Administrativa
DIS: Diseño	Director de Planeación
VEN: Venta	Director de Ventas
CTR: Construcción	Director de Construcciones
COM: Gestión de Compras	Jefe de Compras
INT: Control e Interventoría	Interventor
ENT: Entrega y Servicio Postventa	Administrador de Casas
LEG: Legalización	Asistente Jurídico
RHU: Recurso Humano	Jefe de Recursos Humanos

SIS :Sistemas	Jefe de Sistemas
CAR : Cartera	Asistente de Cartera
MYM : Medición y Mejora	Subgerente Financiera y Administrativa-Ingeniera de Calidad
DOC : Gestión Documental	Ingeniera de Calidad

4.1.1.2 Revisiones al sistema de gestión de la calidad. El Sistema de Gestión de la Calidad se revisa con una frecuencia anual con el objeto de evaluar la adecuación, eficacia y conveniencia de la implementación y determinar las acciones de mejora necesarias para asegurar la satisfacción del cliente y la mejora continua de la organización, adicionalmente se realizan revisiones por parte del Comité de Gerencia con una periodicidad mensual donde se hace seguimiento a los diferentes proyectos en ejecución.

4.1.1.3 Recursos. Urbanas S.A. asigna los recursos necesarios para establecer e implementar todas las actividades que involucra el SGC al igual que la asignación de personal necesario.

4.1.1.4 Comunicaciones. Para garantizar que el SGC es entendido y practicado por cada una de las personas en los procesos y actividades desarrolladas, URBANAS S.A. ha definido los siguientes medios de comunicación:

- Reuniones de Comité de Mejoramiento de Calidad
- Reuniones por proyecto (Comité de Obra)
- Carteleras
- Capacitaciones periódicas
- Intranet
- Página Web

Para la identificación de los responsables de los procesos o de la ejecución de tareas o actividades en obra se asignó la siguiente nomenclatura:

Tabla 3. Nomenclatura utilizada en obra.

CONSTRUCCIÓN	
DICO: Director de Construcciones	ADCO: Administrador de Contratos
DIRO: Director de Obra	JELI: Jefe de Licitaciones
RESI: Profesional Residente	ALMA: Almacenista
RELI: Residente de Licitaciones	AUXA: Auxiliar de Almacén
REEL: Ingeniero Residente Electricista	SUPO: Supervisor de Obra
REAO: Residente Auxiliar de obra	INSI: Inspector de seguridad Industrial
ADOB: Administrador de Obra	AUEL: Auxiliar Electricista
LABI: Laboratorista Inspector	INOB: Inspector de Obra
ADMA: Administrador de Maquinaria	SUPE: Supervisor de Obra Eléctrica
SPCO: Secretaria de Planeación y Construcción	OFOB: Oficial de Obra
AUPA: Auxiliar de Patios	AADO: Auxiliar Administrativo de Obra
TRAM: Tramitador	LLAV: Llaverero
OPMA: Operador de Maquinaria	AYCO: Ayudante de Construcción
AYMA: Ayudante de Maquinaria	TOMU: Tomador de Muestras
IASI: Inspector Auxiliar de Seguridad Industrial	
INTERVENTORIA	
INTE: Interventor	AUXO: Auxiliar de Calidad en Obra
REIN: Residente de Interventoría	ICSI: Ingeniero Auxiliar de Calidad y Seguridad Industrial

4.1.2 Alcance del sistema de gestión de la calidad. El alcance establecido para el Sistema de Gestión de la Calidad en Urbanas es: gestión de diseño, comercialización y construcción de edificaciones y obras de urbanismo.³

Urbanas ha establecido los procesos necesarios para desarrollar el alcance planteado, incluyendo las condiciones controladas para las diferentes actividades de los procesos que son contratadas externamente.

³Ibid., p. 4.

4.1.2.1 Exclusiones del sistema de gestión de calidad. No se excluye ningún numeral de la norma NTC-ISO 9001:2008.

4.1.3 Planificación estratégica del sistema de gestión de la calidad. En el caso de la empresa URBANAS se establecieron como políticas y objetivos de calidad los siguientes parámetros:

4.1.3.1 Política de calidad. URBANAS S.A. diseña, comercializa y construye edificaciones y obras de urbanismo, que cumplen los requisitos establecidos con el cliente, incluyendo los legales y reglamentarios, mediante el mejoramiento de sus procesos, el desarrollo de sus empleados y el compromiso de los contratistas y proveedores para asegurar la satisfacción de sus clientes.

4.1.3.2 Objetivos de calidad

- Cumplir con la entrega de los productos de acuerdo a los requisitos establecidos con el cliente.
- Lograr el desarrollo de los proyectos de construcción en los tiempos programados, y según la utilidad estimada.
- Cumplir con el desarrollo del control de calidad por Obra.
- Obtener un alto desempeño por parte del recurso humano de la organización.
- Asegurar la calidad de los productos adquiridos y los servicios contratados.

4.2 ACTIVIDADES SUPERVISADAS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE CALIDAD

De acuerdo con lo especificado en el sistema de gestión de calidad existen unos subsistemas como son: responsabilidad de la Gestión, Gestión de los Recursos, Realización del Producto o Servicio, y Medición, Análisis y Mejora.⁴

La práctica empresarial se desarrolló alrededor del subsistema: Realización del producto o servicio, por lo que se aplica en este caso para la consecución del proyecto TAYRONA I, lo que implica que la supervisión (o acompañamiento) se hiciera específicamente en el proceso de Construcción en donde para cada proyecto se define la estructura necesaria para asegurar el cumplimiento en los requisitos del cliente y de la organización.

Para esto en la obra se definió el **Plan de calidad**, el cual es un documento que especifica los procedimientos y recursos asociados que deben aplicarse, el responsable de aplicarlos al proyecto, proceso o actividad.

A continuación se presentan los **procesos y/o actividades** que hacen parte del plan de calidad y a las cuales se les hizo el respectivo seguimiento y verificación:

4.2.1 Localización topográfica

- El control de calidad efectuado en esta actividad es primero que todo la verificación de la calibración de los equipos de medición y de su mantenimiento preventivo.

⁴ URBANAS, Manual de calidad. Bucaramanga. V. 10, 2009 p. 9

Para esto se exigió al contratista que ofreció los servicios de topografía un certificado de calibración y mantenimiento, de los equipos a utilizar en la obra, dado por una entidad competente, este debe ser proporcionado mínimo cada 6 meses, o cada vez que haga reingreso a la obra en el caso que se ausentase por un tiempo prolongado.

También se revisó esporádicamente la concordancia de los números de serie de los equipos utilizados en obra con los que aparecen en los certificados anteriormente entregados para evitar que se pudieran utilizar equipos de los cuales no se entregara registro, lo cual en las revisiones hechas no se presentó este impase.

- Además de este control también se llevó a cabo una verificación del ajuste de los equipos cada mes lo cual implicó hacer un cierre de poligonal y una nivelación para el teodolito y el nivel respectivamente, de tal forma que se pueda confirmar la precisión de los mismos. Estas revisiones se consignan en el CTR-FO-71 (Ver anexo1), para que quede constancia de dicha revisión.

Esto con el fin de garantizar que en los periodos de utilización de los equipos (teodolito, nivel) estos se mantengan calibrados y ajustados-

Figura 17. Verificación de niveles de terrazas



Fuente: Ing. Kelly C

4.2.2 Adecuación y/o movimiento de tierras. Esta actividad es muy importante ya que en ella se hicieron pruebas para garantizar que la capacidad portante del suelo estuviese sobre los límites requeridos en los diseños de cimentación y en los estudios de suelos.

Dentro del plan de calidad se estableció que para esto se debía hacer una prueba de densidad del suelo por cada 60m² de área compactada, además que dichas pruebas tenían que cumplir una serie de requisitos que aquí se describen:

El porcentaje de compactación debe superar el 95%, si por el contrario el valor es menor entonces se debió ordenar levantar la capa suelo correspondiente, luego hacer llegar nuevo material y proceder a hacer una nueva compactación. Esta compactación se hizo con **saltarín**, y luego se reinicia la prueba comprobando que la capa de material posee la densidad óptima.

Estas pruebas fueron realizadas por un laboratorista certificado y los resultados se consignaron en el formato CTR-FO-16 (Ver anexo 2), los cuales se revisaron y se pusieron en sobre aviso al residente que estuviera a cargo de la actividad. De allí que se le informó siempre y se le hicieron las respectivas sugerencias en caso de que el suelo no fuera competente.

Figura 18. Prueba de Densidad con Densímetro Nuclear



Fuente: El Autor

4.2.3 Estructuras: Escaleras y placas zonas comunes

El control de calidad ejercido para estos elementos es fundamental debido a la importancia que tienen en la conformación y comportamiento del conjunto donde se encuentran.

Para hablar del seguimiento que se hizo a la hora de construir las placas primero que todo hay que especificar los tipos de placas construidas en el proyecto:

Para las torres se construyeron placas macizas de concreto reforzado con un espesor de 10 centímetros y con una resistencia de 3000 psi.

Para los parqueaderos se construyeron placas macizas de 30 centímetros de espesor en concreto reforzado con resistencia de 3000 psi

La zona social y la portería fueron construidas con placas aligeradas en casetón unidireccionales en concreto reforzado con resistencia de 3000 psi.

4.2.3.1 Revisión de dimensiones

- **Escaleras torres**

Para las escaleras de las torres se revisaron las dimensiones de los pasos, huella y contrahuella, también se revisaron los ejes, en especial eje de la pantalla a la cual fue anclada la escalera y que además también marca la linealidad de las bandas de la escalera, además de que la formaleta estuviera debidamente retrancada.

Figura 19. Configuración de la Formaleta para Escaleras de la Torres



Fuente: Ing. Kelly C.

- **Placas y escaleras zona social y portería**

Para las placas aligeradas de la zona social y la portería se realizó una revisión minuciosa de la configuración de las mismas, teniendo especial cuidado en la modulación de las viguetas y casetones, que para el caso en particular de la zona social una de estas placas tuvo vanos circulares los cuales constructivamente son difíciles de modular y para los cuales se tuvo que hacer pequeñas correcciones en cuanto a sus radios y ubicación en el área de la placa.

En la zona social se hizo una revisión detallada de una escalera que da por el costado norte de la misma, la cual es de tipo auto-portante con peldaños independientes. Esta tiene vigas de 50x50 con peldaños de 15cm de espesor y una placa en la zona de descanso también de 15cm, Encontrándose que la modulación fue la correcta acorde a los diseños (EST 63).

Figura 20. Configuración Escalera Autoportante Zona Social



Fuente: El Autor

4.2.3.2 Configuración del acero

- **Escaleras Torres**

En cuanto a las escaleras, se verificó el anclaje a la pantalla o muro los cuales eran en varilla de 1/2" formando una viga de 27cm de altura y con estribos de 3/8" cada 7.5cm. Además la placa de la escalera fue de 12cm de espesor con varillas de 1/2" en las dos direcciones conformando una malla de acero en donde se revisó que cumpliera con las dimensiones de los ganchos, las longitudes de desarrollo y los espaciamientos entre sí.

- **Placas y escalera zona social y portería**

En la revisión del acero de las placas de la zona social se procedió con bastante detenimiento ya que por sus dimensiones y distribución constó de acero de grandes diámetros⁵, encontrando en dos vigas la falta de una varilla longitudinal de 7/8" y en otra la falta de dos estribos en la zona de confinamiento por lo que se informa de inmediato al Residente encargado en el momento para que ordene la corrección del error.

Para la portería se procedió de la misma forma ya para esta también se trabajó con acero de altas denominaciones encontrándose fallos como el cambio de diámetro de la varilla inferior de dos viguetas centrales de 7/8" a 5/8", por lo que se hizo la observación para el respectivo arreglo.

La distribución del acero de la escalera auto portante de la zona social fue bastante compleja por lo que la revisión de este se realizó en forma detallada y minuciosa. A grandes rasgos esta escalera constaba de acero superior de 5/8" y acero inferior de 1/2" y con refuerzo en las caras laterales (refuerzo por torsión) también en 1/2" con estribos de 3/8" cada 15cm a todo lo largo. Lo que se pudo ver

⁵ Los diámetros del acero longitudinal de las vigas de carga fue 7/8" y 1" con estribos de 1/2"

fue que la inspección de la escalera fue buena ya que solo se hicieron sugerencias en cuanto al amarrado de algunos estribos y sobre la colocación de separadores de plástico para garantizar el espesor del recubrimiento.

Figura 21. Configuración de acero y formaleta de escalera autoportante



Fuente: El Autor

4.2.4 CIMENTACIÓN

Se hizo un control permanente de las zapatas, vigas de amarre, vigas corridas y vigas de cimentación de muros de contención, teniendo en cuenta para sus revisiones aspectos como:

La densidad de compactación del suelo, en donde se hicieron un gran número de ensayos de densidad, todos estos registrados en el formato CTR-FO-16 y revisados estando atento al cumplimiento de las especificaciones ya nombradas en la actividad de adecuación de tierras.

También se inspeccionó el tema de las dimensiones y modulación apaleando siempre a lo diseñado en los planos estructurales del elemento en cuestión. En una de estas revisiones se encontró que la zapata que sostenía la pantalla sur de

la rampa de acceso para minusválidos (costado occidental de los parqueaderos) tenía 10cm menos de ancho por lo que se hizo la observación ordenándose la corrección y llamándose la atención del inspector a cargo.

Esto se registró como un producto no conforme en el MYM-FO-01 (Ver anexo 3) la cual es una de las responsabilidades del auxiliar de calidad, como parte del sistema de gestión de calidad de la empresa, para luego asentar el tratamiento dado es decir las acciones que se dieron para resolver la no conformidad.

La configuración del refuerzo también fue objeto de las inspecciones hechas encontrándose detalles como la falta de algún estribo o disminución en la longitud de un gancho, para lo cual se hizo llamados de atención y la respectiva corrección.

Figura 22. Configuración de la Cimentación de las torres



Fuente: Ing. Kelly C.

4.2.5 Construcción de estructura, sistema industrializado. La estructura de las torres como ya se dijo antes es tipo túnel por lo cual existen unos muros estructurales o cargueros en dirección X e Y de la estructura de la torre los cuales soportan solicitaciones verticales y horizontales y placas macizas en concreto reforzado que le dan unidad estructural al conjunto

La estructura de las torres fue construida mediante el **sistema industrializado de la construcción** el cual está asociado con una serie de procesos que mediante la planeación adecuada de las actividades y del presupuesto, además de una buena selección de equipos y materiales, generan rendimientos elevados de obra y un mejor aprovechamiento de los recursos, ya que se crea algo como una producción en serie, muy similar a los procesos repetitivos utilizados en las fábricas.⁶

Este sistema industrializado permitió, en el proyecto, construir un apartamento diario, aplicando un proceso en donde se rotaba diariamente la formaleta que para el caso es uno de los objetivos planteados por el sistema industrializado.

Dentro de los sistemas industrializados de la construcción se encuentra el tipo túnel y el tipo mano-portable, que para nuestro caso se utilizó el que tiene que ver con formaletería o encofrado tipo túnel.

En el proyecto TAYRONA se utilizó el sistema OUTINORD para la conformación de la estructura.

Sistema Outinord

Es un sistema constructivo de origen francés (1950), que se basa en encofrados para la producción de estructuras de concreto que consiste en muros reforzados y placas macizas colocados de forma integral utilizando el sistema de encofrado tipo túnel.

Este sistema está compuesto de banches y mesas voladoras, en donde los banches son formaletas para los muros y las mesas voladoras para las placas.

⁶ Jorge C. DÍAZ, Luisa BAUTISTA, Adrián SÁNCHEZ 2, Daniel RUÍZ, Caracterización De Mezclas De Concreto Utilizadas En Sistemas Industrializados De Construcción De Edificaciones, Universidad de los Andes. Colombia, p. 60.

Esta formaleta tiene algunos complementos: Contraflechas, puntal estabilizador, gatos de nivelación, rodachinas, talones de muro, bordes de losa, negativos, conos, pasadores y bandas de expansión.

Figura 23. Banche, mesa y complementos.



Fuente: Ing. Julián P.

Algunos aspectos para resaltar son su bien comportamientos ante el evento sísmico, sus bajos costos constructivos, estructuras livianas, los costos y duración se pueden predecir con facilidad, se obtiene una producción diaria, calidad en el acabado del concreto, etc.

Y algunos aspectos desfavorables es la rigidez con la que se deben diseñar los proyectos arquitectónicamente hablando, además del bajo aislamiento acústico que presentan los apartamentos. También algo que hay que tener en cuenta es que el tipo de concreto debe ser muy fluido, en el proyecto se trabajó con concreto de 7" de asentamiento en cual debido a muchas variables podía llegar hasta 8" y tenía que ser aceptado para su vaciado en la estructura de acero. Este tema en específico será tratado más adelante (Capítulo 5).

El acompañamiento de este proceso de construcción se hizo en cada una de las actividades que lo componen prestando atención a las revisiones que se deben hacer para que el producto obtenido cumpla con los requerimientos de calidad exigidos. En adelante se mostrará un resumen del proceso constructivo de las torres utilizando el sistema outinord.

4.2.5.1 Construcción de los Muros Cargueros

- **Armado del Acero de Refuerzo.**

Antes de cualquier cosa, primero se hizo una revisión minuciosa de los planos estructurales de las torres para tener claro la configuración del acero, su ubicación y diámetros usados, para así tener claras las especificaciones y así poder hacer verificaciones y observaciones en el momento del armado del acero de refuerzo, el cual constructivamente primero se colocó las varillas de los elementos de borde y luego las mallas electrosoldadas que van en ambas caras del muro. Teniendo en cuenta que antes de colocar las mallas primero se deben colocar las redes hidro sanitarias y de gas.

Figura 24. Acero de Refuerzo en Muros Estructurales de las Torres.



Fuente: El Autor

- **Colocación de las redes Hidráulicas, Gas y Sanitarias**

Son las redes de suministro y desagüe de los apartamentos, las redes hidráulicas y sanitarias fueron hechas con tubería en PVC y la de gas en tubería galvanizada. Se hace el replanteo de los puntos se revisan las especificaciones de tubería ya sea para cada red y se procede a su instalación haciendo los debidos amarres a la malla por medio de alambre dulce previa protección con secciones de tubería en pvc.

Figura 25. Instalación de red de Gas, hidráulica y sanitaria en muro de cocina



Fuente: El Autor

- **Modulación de los Banches.**

Para hacer la modulación de los banches que conforman los muros es necesario hacer una actividad previa, que es la conformación de los dados los cuales son unas vigas en concreto de 12cm de espesor y que sirven como arranque en el momento de la modulación de la formaleta. Los dados son fundidos utilizando ángulos en acero los cuales llevan unos separadores que dan el espesor del muro deseado; estos se deben replantear y alinear de acuerdo a los planos y tomando los ejes dados por topografía.

Figura 26. Dados conformados en los ejes de los muros



Fuente: El Autor

La colocación de la formaleta se hace el día después de haber fundido los dados que al pasar de aproximadamente 14 horas ya tienen buena resistencia y se pueden desformaletear (Tener en cuenta que la fundida de dados se hace por adelantado, es decir el día que se funden los muros de un apartamento se funden los dados de otro).

Figura 27. Movimiento de Banches para Modulación de Muros



Fuente: El Autor

Para el movimiento de los banches se debió utilizar una torre-grúa, que para el proyecto fue una Potain MCI 85A, ya que por su peso no pueden ser transportados manualmente.

Es aquí donde se hacen un acompañamiento al inspector en la revisión de características como los plomos de la formaleta, para observar el alineamiento y verticalidad del encofrado, además de verificar las bandas y se hacen poner calandros a fin de verificar los plomos de cada una de las fachadas a lo alto de la torre.

- **Vaciado del Concreto.**

Es la actividad en donde se hace el llenado de la formaleta de los muros con concreto. Para este proyecto se fundieron los muros en concreto industrializado de 4000 Psi de resistencia y con tamaño máximo del agregado pétreo de $\frac{3}{4}$ ", atendiendo las especificaciones del diseñador estructural.

Figura 28. Movimiento de Góndola con Concreto y Llenado de Muro



Fuente: El Autor

Dentro de las inspecciones que se hicieron está primero que todo cerciorarse de que el concreto tenga la fluidez requerida, para lo que se pidió hacer la prueba de asentamiento al tomador de muestras capacitado para ello, de esta prueba se

hablara en el numeral 5.1.3. Lo convenido con la empresa proveedora del concreto fue que el asentamiento debe estar máximo 1" por arriba o 1" por debajo de lo pedido, de lo contrario el concreto no sería recibido y se hace la devolución de la Mixer en donde se trasportó.

Esto fue un trabajo bastante arduo ya que se debía hacer todos los días y a unas 6 Mixer en promedio diario, encontrándose en varias ocasiones que la mezcla no cumplía con el asentamiento y se tenía que dar la orden de devolución de todo el volumen de concreto, lo que ocasionaba un retraso mientras que la empresa distribuidora reponía el concreto devuelto. Solo al terminar de vaciar el concreto total de la mezcladora se firmó la remisión dando así como aceptado el concreto es decir, se verificó que el volumen solicitado fue el obtenido y además que el asentamiento estuvo dentro de los especificado en el control de calidad.

Otro aspecto importante en la fundida es verificar que se haga un correcto vibrado del concreto para que al retirar la formaleta no se observen hormigueos ya que esto podría acarrear la demolición del elemento.

Luego de esto se supervisa nuevamente la verticalidad de los muros observando los calandros verificando los plomos y niveles ya que en el momento de la fundida se puede presentar algún movimiento inesperado de los banches, lo que ocasionaría desplomes o abombados en el muro.

- **Retiro de Banches.**

Figura 29. Muro Después del Retiro de la Formaleta.



Fuente: Ing. Kelly C.

Al día siguiente de la fundida de la fundida, en la mañana temprano, se procede a quitar la formaleta, verificando primero que el concreto no esté fresco y que haya alcanzado una resistencia mínima para poder desencofrar⁷.

En el acompañamiento hecho se recalcó en contadas ocasiones el hecho de la necesidad de hacer una limpieza enérgica de la formaleta ya que por su uso se ensuciaba con concretó el cual después de unos días era muy complicado de retirar.

El retiro de la formaleta vertical debió ser realizado con la ayuda de una de las torregrúa utilizadas en el proyecto.

⁷ Los contramaestros e inspectores con el tiempo de experiencia adquieren el conocimiento para saber si un elemento está listo para desencofrarse

- **Curado de los Muros Estructurales.**

Esta actividad es exigida al contra maestro o supervisor ya que es muy necesario que los muros estén saturados de agua los días siguientes al de la fundida para que el fraguado sea el correcto. Por este motivo se tuvo que, en varias ocasiones advertirles de la necesidad de disponer de un personal diariamente para que se realizara esta actividad la cual es muy importante para la entrega de un producto de alta calidad.

Figura 30. Saturamiento de los Muros con Agua Después de Desformateados



Fuente: El Autor.

4.2.5.2 Construcción de las placas macizas de entrepiso

- **Modulación de las Mesas**

Figura 31. Disposición de las mesas para conformación de la placa



Fuente: El Autor

Es aquí donde se manipulan las mesas voladoras las cuales son la formaleta horizontal que se utiliza para la conformación de las placas macizas (Ver figura 29). Para esta operación fue fundamental la utilización de una torre-grúa Potain MCi 85A, la cual hacía el movimiento diario de la formaleta y la cual, constantemente, debió ser guiada por el personal de seguridad e inspectoría para no producir algún accidente.

Figura 32. Movimiento de las Mesas con la Torre Grúa



Fuente: El Autor.

En cuanto a las placas macizas de las torres se hizo un seguimiento periódico revisando las dimensiones de las mismas, teniendo en cuenta la modulación dada en los diseños para los balcones y closets, lo cual en particular para este proyecto requería de mucha atención ya que, según diseños, los pisos tenían una diferente configuración de estos espacios, en cada nivel de la torre. Durante las revisiones hechas se encontraron dos errores en esta disposición de los ángulos ⁸ que conformaron los closets observándose que la disposición de estos se encontraban de manera opuesta a lo mandado en los diseños, teniendo que dar aviso inmediato al Inspector y al contraamaestre para corregir el fallo.

Por eso estas revisiones, antes de fundir el elemento⁹, son de mucha importancia ya que como consecuencia se hubieran tenido que hacer retrabajos como por ejemplo:

Para corregir el problema de modulación errada se tendría que proceder de la siguiente manera: primer hacer el descacile de la placa, luego el rearmado colocando anclajes adosados a la placa por medio de un pegante y luego la fundida del sector previa aplicación de epotoc¹⁰ para mejor adherencia entre concreto nuevo y viejo.

- **Armado del Acero**

En este punto se dispone el personal a colocar primero que todo la malla inferior electrosoldada de alambres trefilados corrugados de alta resistencia la cual según los diseños es de diferentes diámetros de grafil que van desde 6.5mmX5.0mm hasta 8.0mmX6.0mm.

⁸ Parte de la formaleta que se utiliza para dar forma y sostén a los bordes de la placa.

⁹ Se dice fundir cuando se vacía el concreto sobre la placa armada.

¹⁰ Soldadura epóxica que se utiliza para adherir concreto nuevo a viejo o endurecido.

Se verifico que el acero (mallas y varillas) puesto cumpliera con lo especificado en los diseños estructurales en cuanto a la cantidad, forma, diámetros, separación y amarre. Para lo que en las revisiones que se hicieron se encontraron anomalías respecto a la separación que deben tener las mallas de la formaleta y algunos detalles como falta de algunos amarres en las mallas, además de corrección de corrimientos en las vigas de borde en los balcones.

Figura 33. Armado del Acero de las Placas.



Fuente: El Autor

- **Colocación de las Instalaciones Hidrosanitarias, Eléctricas y de Gas.**

En esta acción los oficiales y ayudantes encargados de la instalación hidráulica se encargan de colocar la tubería de PVC de 1", $\frac{3}{4}$ " y de $\frac{1}{2}$ " en el apartamento para agua fría y caliente dejando los puntos de unión para cuando se vayan a fundir los muros estructurales en donde se deberá colocar las salidas de agua para cocinas y baños. A su vez este mismo personal está encargado de dejar los pases para la tubería sanitaria que se colocará tiempo después de que la estructura tenga cierta altura y espacio de la cual se hablara más adelante.

La red de gas la cual es en acero galvanizado también se instala de acuerdo a los diseños, teniendo especial cuidado a la hora de protegerse de la corrosión, y se

busca que haya hermeticidad en los puntos de unión lo cual se comprobará luego en una de las pruebas para el control de calidad.

Dentro de la supervisión que se hizo se revisaron algunas actividades tales como: replanteo de puntos sanitarios, especificaciones y pendientes de la tubería, la ubicación de ventilación sanitaria, ubicación y altura de los puntos hidráulicos, las cámaras de aire, ubicación y verificación de válvulas de cierre. Además las pruebas de las cuales se hablara más adelante, prueba de estanqueidad, pruebas de hermeticidad gas, y pruebas de presión Hidráulica.

Figura 34. Ubicación de los Puntos Sanitarios y Red Hidráulica de los Baños.



Fuente: El Autor

Por otro lado se encuentra también el personal encargado de las redes eléctricas que trabajan en la colocación de la ductería, todos los terminales y puntos para plafón de acuerdo a lo especificado en los planos eléctricos. Para la supervisión de esta actividad se verifica que el supervisor eléctrico este llevando atentamente el inventario de aparatos que debe ir en cada apartamento, antes de la fundida ya que cualquier descuido podría significar en una demolición.

Figura 3. Instalación de la Ductería para la Red Eléctrica.



Fuente: El Autor

Después de terminar todas las redes se verificó la colocación de las mallas superiores las cuales también son electrosoldadas, estando atentos a que el espesor de la placa no sobrepasara los límites dejando el espacio para el recubrimiento superior.

- **Fundida de la placa**

Al igual que en los muros estructurales se superviso la llegada del concreto realizando la respectiva prueba de asentamiento, dando la aprobación para poder verterlo sobre el forjado de acero y sacando las respectivas muestras de concreto para el control del mismo teniendo este que llegar mínimo a 3000 Psi a la edad de 28 días que es lo especificado según los diseños, de este tema se hablara en detalle en el capítulo 5.

Figura 4. Vaciado y nivelado del concreto en las placas



Fuente: Ing. Julián P.

Para terminar el armado de las placas, se hace la respectiva desplafonada moviendo las mesas utilizando nuevamente la torregrua y disponiéndolas inmediatamente en otro apartamento cumpliendo así con la rotación diaria y mecanizada característica del sistema industrializado.

- **Conexión de las redes sanitarias**

Esta actividad se comienza, después de que la estructura lleva al menos dos o tres pisos por encima del nivel donde trabajan los instaladores de tubería sanitaria ya que de lo contrario sería poco seguro realizar actividades cerca de donde se trabaja en la construcción de la estructura.

Esta instalación se verificó de acuerdo a los planos emitidos por planeación (dependencia de la empresa) y teniendo en cuenta los cambios que se hicieron en obra, para lo cual se debió hacer el respectivo procedimiento de propuesta y cambio de diseño, teniendo que diligenciarse el formato DIS-FO-08, cumpliendo así con lo establecido en el sistema de gestión de calidad. Además se revisó la pendiente de la tubería, especificaciones y se realizó el ensayo de estanqueidad del que se hablará a fondo en el capítulo 5.

Figura 37. Instalación de la red sanitaria de los apartamentos



Fuente: Ing. Julián P.

4.2.6 Alcantarillado y desagües zonas comunes. Con respecto al alcantarillado se hizo un acompañamiento en la revisión de las conexiones de las tuberías, el diámetro de la tubería, la profundidad de los posos de inspección y la pendiente de la instalación. Revisando que todo estuviera cumpliendo con las especificaciones de diseño de acuerdo con los planos sanitarios del proyecto. En esta actividad también se tuvo la oportunidad verificar que las cañuelas cumplieran lo descrito en los planos y los requerimientos de la norma, además siguiendo las recomendaciones hechas por el personal de la EMPAS.

Se tuvo especial cuidado en la revisión de las conexiones de los bajantes de las torres a las cajas de inspección, en donde se debió hacer correcciones ya que en dos ocasiones se observó que la tubería entraba a las cajas en contraflujo por lo que correspondió hacer el respectivo arreglo, además los embones en las cajas debieron ser inspeccionados para que no se presentaran filtraciones, estos embones se exigía, ser tratados con toxement 1A el cual es un aditivo para la impermeabilización del mortero.

4.2.7 Zonas verdes. En esta actividad se hizo una verificación de que la especie sembrada sea la especificada en el contrato, además se revisó que la conformación de los taludes también obedezcan a lo señalado teniendo en cuenta que en este proyecto se quiso que los suelos no quedaran perfectamente rectos si no, que tuvieran ligeras curvas tal y como se observa en la naturaleza.

También se revisó que los abonos utilizados estuvieran libres de malezas o materiales no orgánicos que afectasen la calidad del preado

Figura 38. Empradización de talud constado norte del proyecto



Fuente: El Autor

4.2.8 Control diario de concreto. El control de concretos es una de las actividades en las que se llevó un acompañamiento diario y constante, ya que es de vital importancia, para las actividades constructivas, que el concreto utilizado cumpla con los requerimientos tales como fluidez, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión, entre otros.

Por eso en el acompañamiento que se hizo, está considerado el seguimiento a todo el proceso dentro de la obra, que va desde su recibimiento y aprobación hasta el seguimiento de los resultados de pruebas de compresión.

Los tipos de concretos que se utilizó en el proyecto son:

Placas de entepiso y escaleras torres se utilizó concreto industrializado 28 días de 3000 Psi

Muros estructurales torres concreto industrializado 28 días de 4000 Psi

Placas aligeradas portería y zona social concreto normal 28 días de 3000 Psi
Muros de contención, columnas, cimientos, otros se utilizó concreto normal de 3000 Psi. (Urbanismo)

Concreto de 2500 Psi para andenes y alfajías

El primer control que se hace, está en el recibimiento de la Mixer en donde se revisa que la remisión que trae el conductor indique que efectivamente el concreto es el requerido, inmediatamente después se realiza la *prueba de asentamiento* para evaluar la fluidez del concreto.

Cuando el concreto se acepta se aprueba el vertido sobre el elemento a fundir y luego de llevar aproximadamente la mitad del volumen de la mixer se hace sacar una muestra para elaborar los cilindros que posteriormente se colocaran en la pileta de curado y luego se enviaran al laboratorio para la prueba de compresión del concreto.

El muestro hecho en la obra, según lo especificado en el plan de calidad, se debe hacer de la siguiente forma: Se tomarán muestras de concreto mínimo cada $40m^3$ o por jornada de fundida o por elemento o cada $200m^2$. De acuerdo a eso se estableció que con respecto al concreto para la estructura de las torres se debía hacer 1 muestra para el concreto que llegara para la placa de un apartamento (3000 Psi) y una muestra para los muros estructurales también de un apartamento (4000 Psi), lo que conlleva a hacer 2 muestras diarias para placa y dos muestras diarias para muros ya que diariamente se fundieron 2 apartamentos. Las muestras para el sistema estructural de las torres, según lo indicado, se hicieron con 10 cilindros de concreto.

Para los demás elementos de urbanismo se tomaron muestras por elemento

estructural fundido diariamente, estas muestras según el plan de calidad se sacaron con un mínimo de 8 cilindros.

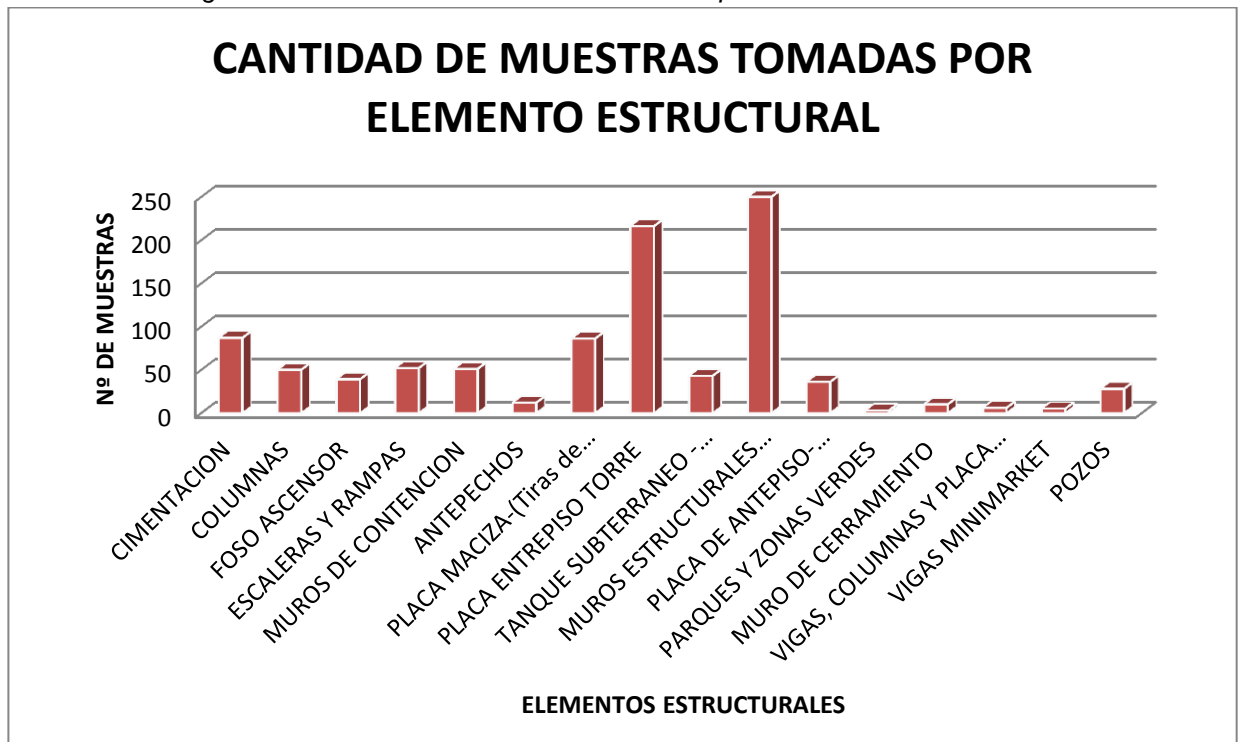
Haciendo la sumatoria diaria de muestras de concreto, en promedio diariamente se debía sacar 6 muestras para un total de 56 cilindros (40 de torres y 16 de urbanismo). A continuación se muestra un cuadro resumen en donde se puede observar el número de muestra que se tomaron según el elemento a fundir:

Tabla 4 Relación de muestras de concreto

ELEMENTO	Nº de Muestras
CIMENTACION	87
COLUMNAS	50
FOSO ASCENSOR	39
ESCALERAS Y RAMPAS	52
MUROS DE CONTENCION	51
ANTEPECHOS	12
PLACA MACIZA-(Tiras de canchas)	86
PLACA ENTREPISO TORRES	216
TANQUE SUBTERRANEO -CLUB TAYRONA	43
MUROS ESTRUCTURALES TORRES	250
PLACA DE ANTEPISO-(andenes)	36
PARQUES Y ZONAS VERDES	3
MURO DE CERRAMIENTO	10
VIGAS, COLUMNAS Y PLACA CLUB	6
VIGAS MINIMARKET	5
POZOS	28
TOTAL DE MUESTRAS	974

El siguiente grafico de columnas muestra un comparativo en donde fácilmente se puede apreciar que en la estructura de las torres (Muros y placas), se sacó el mayor número de muestras, como ya se había mencionado, y que en los elementos de las zonas verdes se hizo el menor número de muestras ya que no fueron de mayor incidencia en el proyecto.

Figura 39. Relación de muestras de concreto por elemento estructural



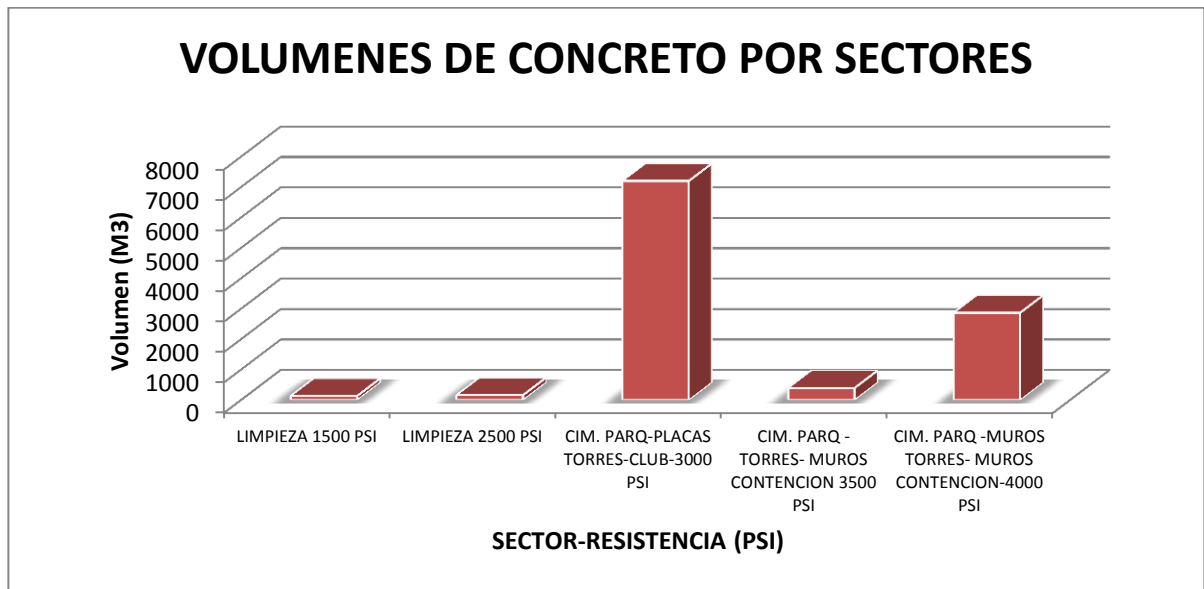
Para observar mejor este comportamiento se trae a colación el control que se llevo de desperdicios de concreto en donde se tuvo que anotar volumen de concreto (volumen real) que cada mixer trajo a la obra y elemento que se fundió con este, además se apuntó también el volumen que calculó el encargado (Volumen teórico) de la actividad pudiéndose así obtener el porcentaje de desperdicio en obra del concreto pedido (Ver anexo 4). Adicional a esto se halló el valor del volumen acumulado de cada tipo de concreto utilizado en la obra y el destino o que se le dio al mismo:

Tabla 5. Relación de volúmenes de concreto de diferentes resistencias y destino

ESPECIFICACION	DESTINO	TEORICO	REAL	% DESPERDICIO
		ACUMULADO	ACUMULADO	ACUMULADO
CONCRETO 1500 psi 3/4"	LIMPIEZA	133.47	134.00	0.40
CONCRETO 2500 psi 3/4"	LIMPIEZA	156.72	162.25	3.41
CONCRETO 3000 PSI 3/4"Y 3/8	CIM. PARQUEADEROS -TORRES- MUROS CONTENCIÓN-CLUB	7032.87	7202.50	2.36
CONCRETO 3500 PSI 3/8"	CIM. PARQUEADEROS -TORRES- MUROS CONTENCIÓN	393.21	395.25	0.52
CONCRETO 4000 PSI 3/4" Y 3/8	CIM. PARQUEADEROS -TORRES- MUROS CONTENCIÓN	2807.09	2870.50	2.21
CONTROL DE CONCRETO				
VOLUMEN TOTAL ESPERADO (M ³)	10,800.00	% AVANCE DE CONCRETO		97.44%
VOLUMEN TEÓRICO EJECUTADO (M ³)	10,523.37	TEÓRICO EJECUTADO/ESPERADO		
VOLUMEN REAL EJECUTADO (M ³)	10,764.50	% DESPERDICIO		2.24%

A continuación se muestra un gráfico en donde se puede ver los volúmenes de concreto utilizados en cada sector con su respectiva resistencia.

Figura 40. Volúmenes de concreto utilizado en el proyecto



De aquí podemos observar que el volumen de concreto utilizado en los muros de la torres fue de 2870.59m^3 y que entre las placas de la torres, las placas de los parqueaderos, la cimentación y los muros de contención de utilizaron 7202.50m^3 de concreto 3000 Psi de resistencia.

El siguiente procedimiento, que también se hizo diariamente fue el envío de las muestras para ensayo de compresión, lo que se debió hacer para las edades de 3, 7, 14, y 28 días para las muestras de las torres, y a 7,14, y 28 para las muestras de urbanismo y dejando un par de testigos para envío a 56 días de ser necesario.

Teniendo en cuenta que para el ensayo de una muestra a una edad determinada se envía un par de cilindros, se debieron hacer 209 remisiones con un promedio de 30 cilindros al día. De esto se tiene un archivo digital e impreso en donde se plasmó la firma mía y del representante del laboratorio.

La siguiente actividad con periodicidad diaria es el registro de los resultados dados

por el laboratorio en primera instancia a través de su página de internet para mayor celeridad en el proceso, y que luego enviaba el mismo en papel impreso para el archivo de la obra. El registro de los resultados se hizo en el CTR-FO-15 (Ver anexo 5) en donde se pudo hacer un seguimiento al concreto trabajado colocando el valor de la resistencia para cada muestra (2 resultados, uno por cada cilindro) y revisando que estuviesen en los rangos permitidos, en las edades en las que se envió. Los porcentajes exigidos, para las diferentes edades se tomaron acuerdo a las curvas de evolución de resistencia del concreto dadas por la empresa suministradora (CEMEX):

Concreto de 210 Kg/cm² o 3000 Psi

Figura 41. Curvas de evolución de concreto 3000 Psi-CEMEX

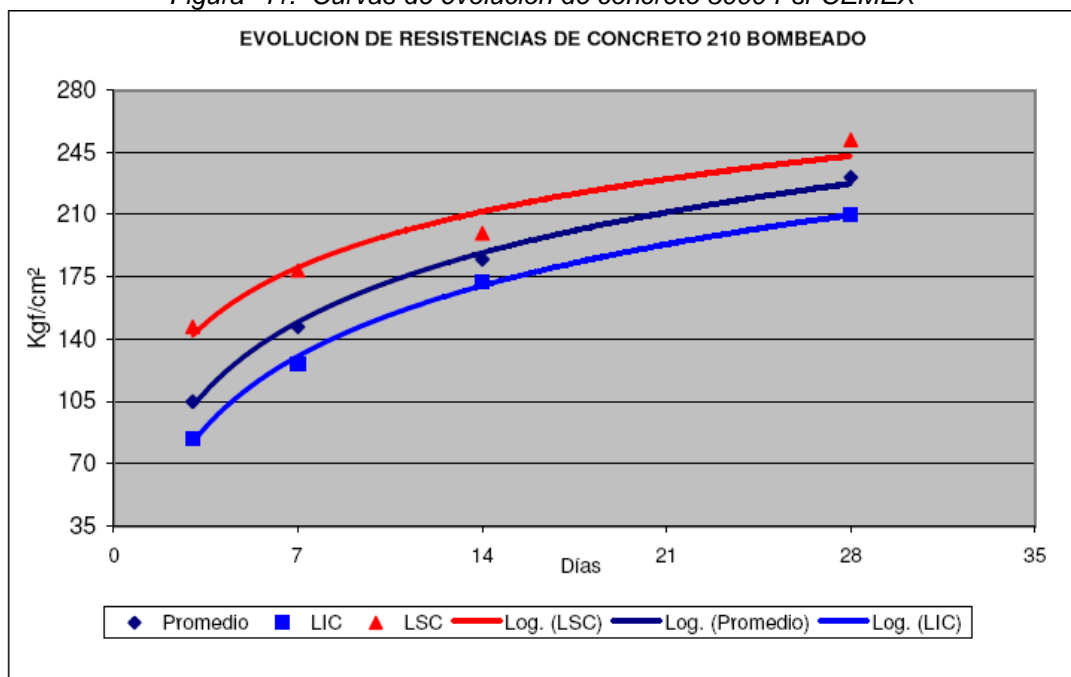


Tabla 6 Evolución de resistencia del concreto (Kg/cm²)-CEMEX

Datos de Laboratorio

Días		3	7	14	28
Promedio		105	147	185	231
LIC		84	126	172	210
LSC		147	179	200	252

LIC : Límite Inferior de Control

LSC : Límite Superior de Control

Tabla 7. Evolución de resistencia del concreto dada en porcentaje-CEMEX

Días		3	7	14	28
Promedio		50%	70%	88%	110%
LIC		40%	60%	82%	100%
LSC		70%	85%	95%	120%

Concreto de 380 Kg/cm² o 4000 Psi

Figura 42. Curvas de evolución de concreto 4000 Psi

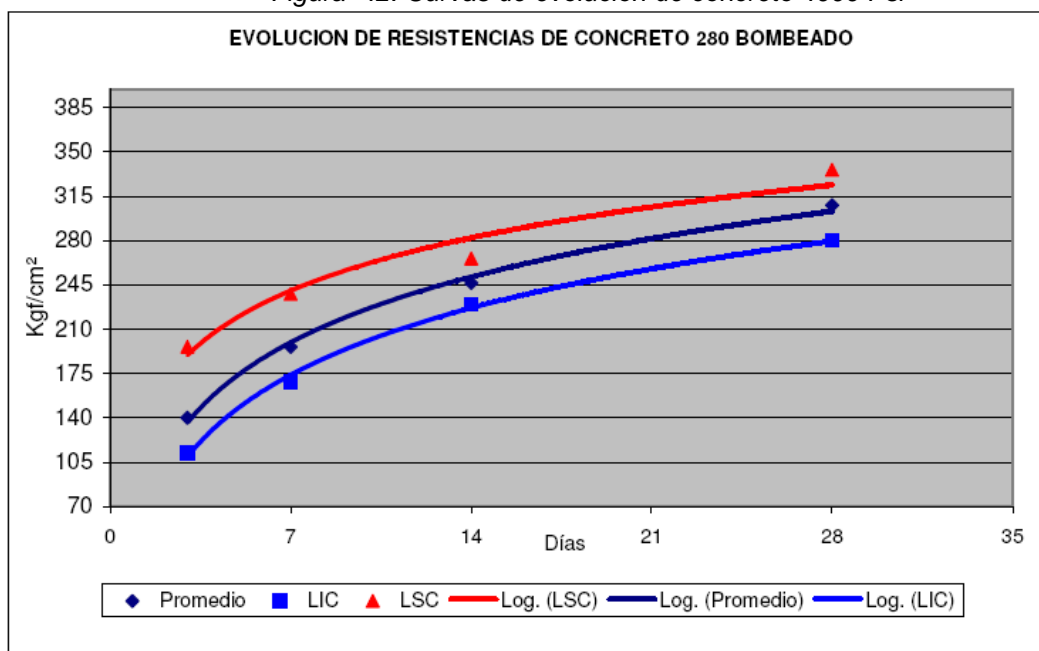


Tabla 8. Evolución de resistencia del concreto (Kg/cm²)-CEMEX
Datos de Laboratorio

Días		3	7	14	28
Promedio		140	196	246	308
LIC		112	168	230	280
LSC		196	238	266	336

LIC : Límite Inferior de Control

LSC : Límite Superior de Control

Tabla 9. Evolución de resistencia del concreto dada en porcentaje-CEMEX

Días		3	7	14	28
Promedio		50%	70%	88%	110%
LIC		40%	60%	82%	100%
LSC		70%	85%	95%	120%

Con base en esto se tomó para todo tipo de muestra los siguientes porcentajes para hacer el control de los resultados entregados por el laboratorio en la obra de acuerdo a la edad:

Tabla 10 . Porcentajes de resistencia minimos para las diferentes edades

Edad	3	7	14	28
% Resistencia	50	70	88	110

El control de concreto se llevo en forma digital y allí se llevó el registro de la evolución de las diferentes muestras de concreto, las cuales y como se había dicho antes, sumaron un total de 974 muestras (Ver tabla 4). El siguiente cuadro muestra los promedios mensuales de las muestras a las diferentes edades y un ponderado del total de todos los meses.

Tabla 11. Promedios mensuales de la resistencia del concreto a las diferentes edades.

RESULTADOS MENSUALES DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONCRETOS																			
FECHA	2500 Psi				3,000 Psi					3500 Psi					4,000 Psi				
	(%)				(%)					%					(%)				
	3 d	7 d	14 d	28 d	3 d	7 d	14 d	28 d	56 d	3 d	7 d	14 d	28 d	56d	3 d	7 d	14 d	28 d	56 d
marzo	0	86	111			84	111					0							
abril			99	121		91	101	117											
mayo						96	109	130								69			
junio					91	104	123	133								90	85	101	
julio					85	97		130			91					76		123	
agosto					88	100		123	116	83	84		118			103		119	
septiembre					102	115	109	136					114	90	99	113	134		
octubre					76	95	109	130		83	97				83	97	101	111	160
noviembre					112	118	117	130							108	116	113	131	
diciembre					110	99	133	126							102	104	115	130	
enero					99	114	130	152							101	114	120	135	
febrero					84	98	112	125							98	108	116	124	
Marzo					85	97	116	128							76	92	108	119	
abril					91	109	124	132							89	106	115	128	
Mayo					83	92	111	125							81	93	112	131	
Junio					85	105	113	138							74	92	101	118	
Julio					92	106	121	145							85	98	114	128	
Acumulado	0	86	105	121	93	101	116	131		83	91		118		89	97	108	123	160
08/09/10																			

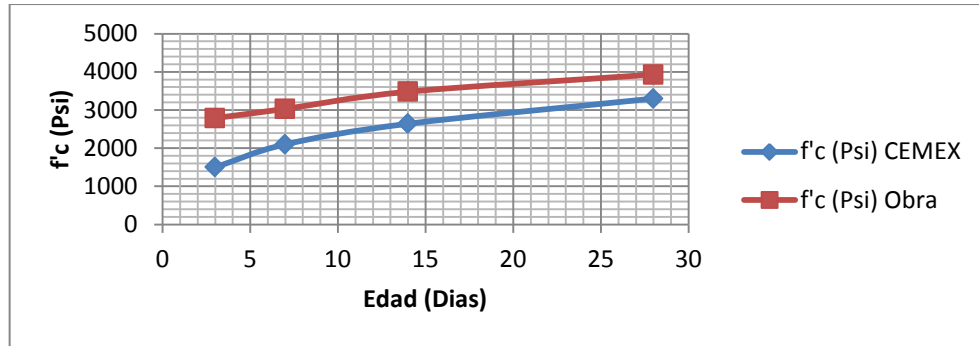
Nota: Los resultados obtenidos para todas las muestras fueron dadas por el laboratorio quien garantiza que las pruebas fueron hechas bajo la NTC 673

De esta tabla de resultados debo aclarar que en un principio se tomaron muestras para concreto de resistencia de 2500 Psi, que según lo aclarado en el manual de construcciones de la empresa, no es necesario sacar muestras ya que este tipo de concreto, en el proyecto, fue utilizado como concreto de limpieza (solado) o para fundir algún tipo de elementos no estructurales provisionales tales como pisos, pasos, senderos para los trabajadores, etc. Debido a esto estos resultados no tienen mucha relevancia.

En cuanto al concreto de 3000 Psi podemos notar que superó satisfactoriamente los porcentajes ofrecidos por el proveedor en todas las edades en las que se evaluó su resistencia. En la siguiente gráfica podemos observar un comparativo de

la curva promedio de resistencia ofrecida (en porcentaje) y la curva promedio obtenida en la obra.

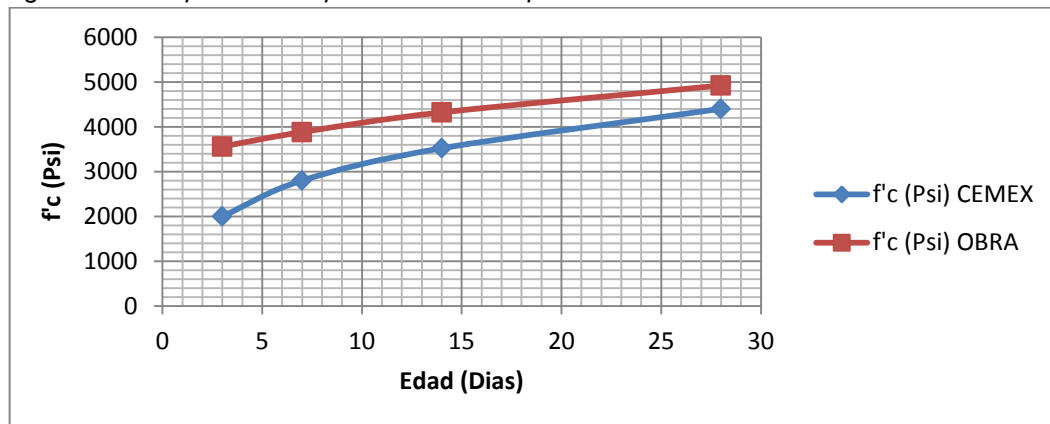
Figura 43. Comparativo de promedios de f'_c para concreto de $f'_c=3000$ Psi CEMEX-OBRA



El concreto de 3500 Psi no muy fue utilizado en la obra de forma que no se tocara en este informe.

El concreto de 4000 Psi también tuvo un buen comportamiento ya que supero en todas las edades los promedios de resistencia especificados por el proveedor:

Figura 44. Comparativo de promedios de f'_c para concreto de $f'_c=4000$ Psi CEMEX-OBRA



Este fenómeno no siempre se comportó de esta forma como es el caso de la muestra 616 (Ver tabla 12) la cual dio resultados menores a los promedios establecidos, siendo la resistencia esperada de 4000 Psi.

Tabla 1. Evolucion de resistencia a la compresión de la muestra 616.

TOMA DE CILINDROS										RESISTENCIA						
Muestra	Ubicación	Elemento	Cant.	Fecha Toma			Tipo		Asentam. (slump)	RESIS. ESP 28 DIAS (Psi)	%	7 Días	%	14 Días	%	28 Días
				d	m	a	C	V								
616	torre 3	T3 apto 1201 muros eje A-B-C	10	29-01-10			x		8"	4,000	68%	2715	80%	3189	88%	3,539
											66%	2620	80%	3205	86%	3,439

Por lo que podemos obtener los siguientes promedios de los dos cilindros ensayados:

Tabla 13. Resistencia de la muestra a los 7, 14 y 28 días.

EDAD (días)	7	14	28
Prom. -f'c (Psi)	2668	3197	3,489
% Prom.	67%	80%	87%

Lo que indicó que la muestra no cumplía con los porcentajes mínimos y que no llegó al 100% de la resistencia a los 28 días. El procedimiento, durante el tiempo en que se recibieron los resultados para cada edad, que se siguió fue en primer lugar a los 7 días se informó a la ingeniera residente sobre los resultados que estaban un 3% por debajo del promedio esperado y se decidió esperar a los resultados a los 14 días ya que estaba por encima del límite inferior de control de la curva del proveedor (ver la Tabla 9).

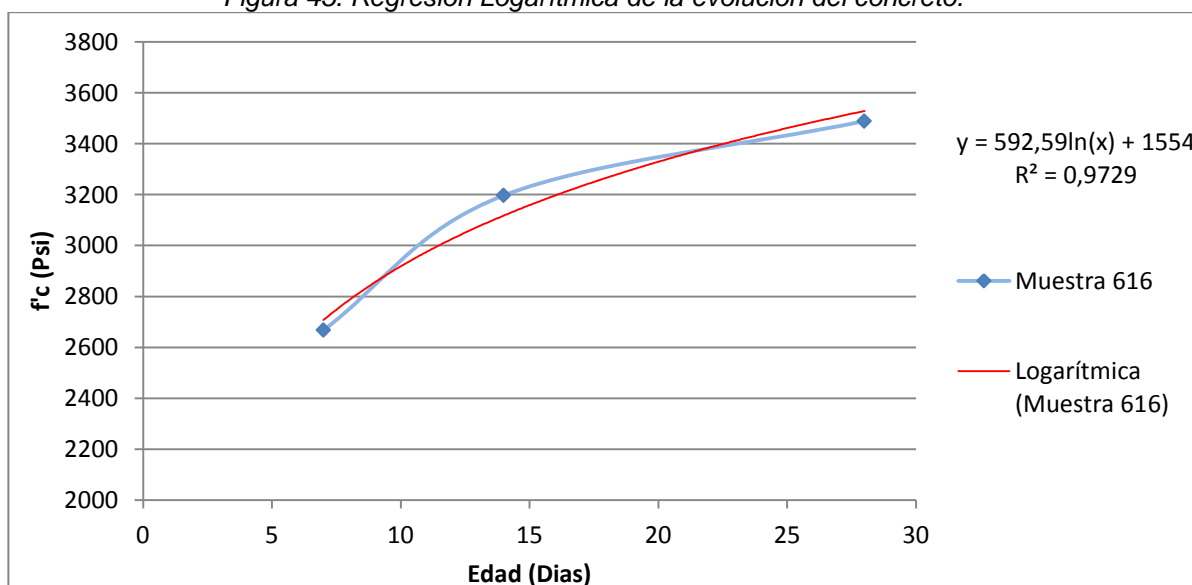
Al momento de llegar los resultados a los 14 días (80%) se debió informar al ingeniero estructural de lo ocurrido, como se indica en los lineamientos del control de concreto (Ver formato CTR-FO-15), quien sugirió por escrito que se podía esperar a los resultados a 28 días para tomar decisiones ya que el elemento fundido con este concreto no tenía mayor incidencia en el comportamiento de la estructura (Ver tabla 12) y que pasados estos días el haría un cálculo del comportamiento de la torre con el valor de resistencia a los 28 días y observaría los resultados.

Al llegar los resultados a 28 días los cuales fueron de aproximadamente 3500 Psi (Ver Tabla 13), nuevamente se dio aviso al diseñador estructural y se envió carta a CEMEX informado de estos hechos. El diseñador, previos cálculos, determino que con esta resistencia para este muro estructural, no habría ningún problema en el comportamiento de la estructura y por tanto no habría que demoler ni reparar el elemento, pero que sin embargo se enviaran los testigos a los 56 días para saber su resistencia a esta edad.

Por otra parte CEMEX, envió un personal para hacer pruebas de ultrasonido a la edad de 35 días, las cuales fueron efectuadas en el elemento en cuestión.

A su vez, como parte del acompañamiento y supervisión, se analizó las curvas de comportamiento de la muestra y se hizo una predicción del comportamiento a los 35 y 56 días, utilizando una sencilla regresión logarítmica, con el fin de establecer cuál sería su resistencia a esta edad, y de paso saber si se podría confiar en este tipo de supuestos.

Figura 45. Regresión Logarítmica de la evolución del concreto.



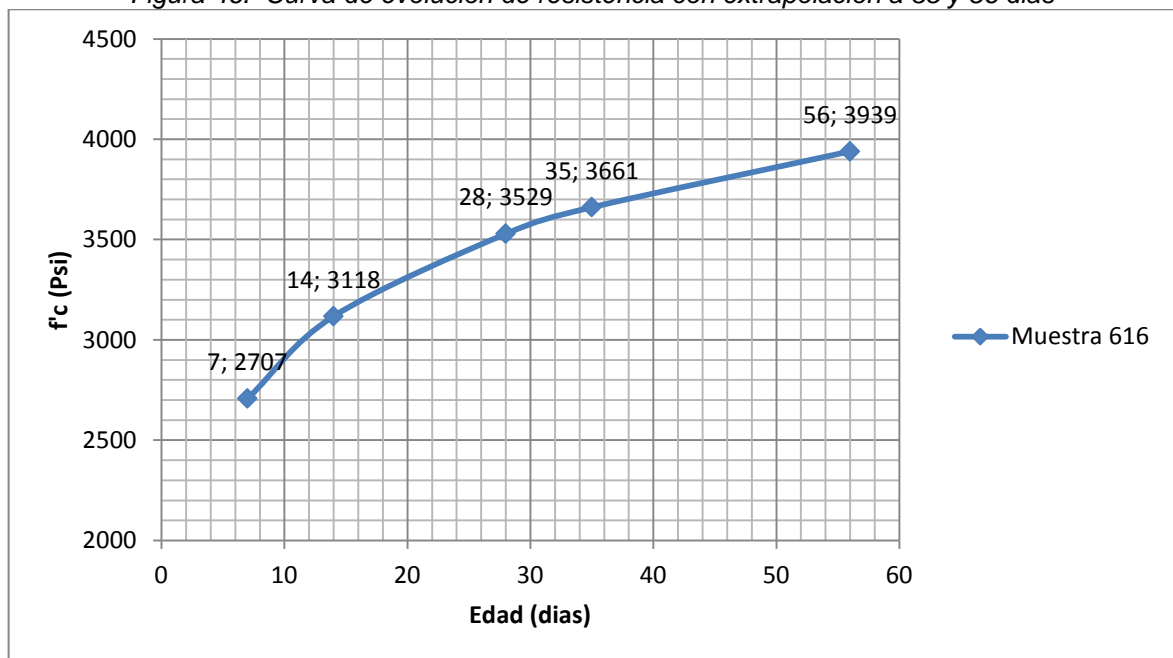
De acuerdo a la ecuación obtenida se puede extrapolar para obtener los valores a 35 y 56 días.

Tabla 14. Valores hipotéticos de resistencia a los 35 y 56 días.

EDAD	7	14	28	35	56
Prom-f'c (Psi)	2707	3118	3529	3661	3939
% Prom	68%	78%	88%	92%	98%

La curva de evolución de la resistencia para la muestra 616 extrapolada a 35 y 56 días es la siguiente.

Figura 46. Curva de evolución de resistencia con extrapolación a 35 y 56 días



Pudiéndose observar que según esta regresión logarítmica el concreto de esta muestra a los 56 días llegaría a 3939 Psi lo que significa un 98% de la resistencia esperada, lo cual sería satisfactorio.

Los resultados por parte del laboratorio de la muestra 616 a los 56 días fueron los siguientes:

Tabla 15. Resistencia de la muestra 616 a los 56 días.

TOMA DE CILINDROS										RESISTENCIA		
Muestra	Ubicación	Elemento	Cant.	Fecha Toma			Tipo		Asentam. (slump)	RESIS. ESP 28 DIAS (Psi)	%	56 Dias
				d	m	a	C	V				
616	torre 3	T3 apto 1201 muros eje A-B-C	10	29-01-10			x		8"	4,000	98%	3917
											103%	4117

Lo que en promedio del par de cilindros es:

Tabla 16. Promedio de resistencia a los 56 días para la muestra 616.

EDAD	56
Prom-f'c (Psi)	4017
% Prom	100%

Por lo que se pudo observar una cercana aproximación entre el valor predicho y el valor real dado por el laboratorio, con un error del 1.94% lo cual es consecuente con el valor dado en la correlación de la regresión logarítmica la cual fue de 0.986. De acuerdo a esto es posible realizar un control en el comportamiento de las muestras de concreto analizando las curvas de evolución de las mismas y haciendo una correlación logarítmica para la predicción de los resultados, en casos como el anterior.

4.2.9 Control de planos. En la obra, se llevo un control riguroso de los planos que se manejaron durante toda la construcción del proyecto de tal forma que hubiera una planoteca bien organizada y actualizada, un archivo con copias impresas de los planos también con las últimas versiones y un control de entrega de planos al personal administrativo operativo de la obra y a los contratistas.

Fue vital llevar un buen control ya que en la obra se manejaron un total de 229 planos, entre los cuales se manejaron 31 arquitectónicos (ARQ), 82 planos estructurales (EST), 20 urbanísticos (URB), 29 eléctricos (ELE), 21 hidráulicos (HID), 21 planos sanitarios (SAN), 10 de alcantarillado (ALC), 4 planos de red de gas (GAS), 5 de diseño vial (VIA), 3 de comunicaciones (COM), 1 de revisión (REV) y de 2 planos de levantamiento topográfico (LTP).

Estos 229 planos cada uno trajo entre 4 y 6 copias impresas en promedio por lo que se llegaron a manejar un total de 1157 copias de planos de los cuales se debió llevar registro para que ninguno se extraviara o fuese utilizado sin autorización.

4.2.10 Revisión de flexómetros. De acuerdo a lo establecido, en la obra se realizaron revisiones cada dos meses del estado de los flexómetros de cada uno de los trabajadores de la obra que posean, llevando un control de las personas a las que se les revisó y comparándolo con los registros de personal llevados por la gente de seguridad industrial de la obra, ya que ellos llevan diariamente el listado de ayudantes oficiales y contraмаestros que ingresan a la obra (aproximadamente 200 personas al día), y así poder establecer el número de revisiones que se tenían que hacer, ya que por lo general en una obra de construcción los oficiales y contraмаestros poseen flexómetro, los ayudantes casi nunca lo tienen. En el numeral 5.1.8 se tocará más a fondo este tema.

5. MANUAL PARA LA EJECUCION DEL PLAN DE CALIDAD DE LA OBRA

INTRODUCCION

Dentro del proyecto se estableció un plan de calidad el cual es un documento que especifica los procedimientos y recursos asociados que deben aplicarse para la ejecución y entrega de todas las actividades que son necesarias para la elaboración del producto.

A estas actividades debe hacerse un respectivo seguimiento y supervisión para que sean ejecutadas de la mejor manera y cumpliendo las normas exigidas por el ICONTEC, de tal forma que el producto que se entregue sea de la mejor calidad.

De allí la necesidad de crear un documento de fácil lectura en donde se dé a conocer la forma como se realiza el control de calidad de cada actividad, el cómo se ejecuta las pruebas que se especifican y los registros que se deben llevar , además de cómo llevarlos. Todo esto teniendo en cuenta que la persona que entra nueva o sin experiencia, a hacer estos controles, puede tener serios problemas a la hora de ejecutar estas tareas, por simples que parezcan, ya que en el medio en que se trabaja existe la premura porque el personal que ingrese, se haga de sus responsabilidades en el menor tiempo posible, pudiéndose cometer errores por desconocimiento de cómo hacer lo que se indica.

Este documento también tiene la finalidad de promover el control de calidad en las diferentes actividades de obras pequeñas para las comunidades en las que no se tiene el pleno conocimiento de la norma, o de un método sencillo para revisar que los recursos, herramientas, y productos construidos sean de calidad y que no presenten problemas a corto o largo plazo. A sabiendas de que en las obras de pequeña escala en muchas ocasiones no existe interventoría o control de calidad,

pero que el dueño, el maestro, o el oficial que interviene puedan hacer revisión, verificación o ensayos que garanticen que lo construido cumple con algunas normas de calidad.

5.1 ACTIVIDADES A DESARROLLAR

En la siguiente tabla se muestran algunas de las actividades que se desarrollaran en este capítulo.

Tabla 17. Actividades a las cuales se les ejerció control de calidad

Actividad	Controles de Calidad	Frecuencia
Localización Topográfica	Verificar registros de calibración y de Mantenimiento preventivo de los equipos a utilizar.	- Registro de mantenimiento de la estación al inicio del contrato. - Cierre de poligonal y altimetría cada mes.
	Verificar el estado de ajuste y nivelación de la estación.	
Adecuación de Terrenos y/o movimiento de tierras	Ensayos sobre densidades de rellenos en tierra	1 prueba por capa de relleno cada 60m ²
Muro de contención	Resistencia a la compresión del concreto	4 parejas de cilindros tomadas una vez por día de fundida, ni menos de una vez cada 40 m ³ , o una vez por cada 200 m ² de área de muro
	Acero: Verificar registro de pruebas del proveedor exigidas por la NSR-98. Resistencia a la tracción.	Se ensayan 3 barras de 0.60m por cada tipo de barra refuerzo principal por cada 100 Ton que entran al proyecto

Cimentación	Resistencia a la compresión del concreto. Acero: Verificar registro de pruebas del proveedor exigidas por la NRS-98 Resistencia a la tracción del acero.	4 parejas tomadas una vez por día de fundida si es menor a 40 m ³ . Registro único de ensayos de aceros general para toda la etapa. Se ensayan 3 barras de 0.60 m por cada tipo de barra refuerzo principal por cada 100 Ton que entran al proyecto
Desagües	Prueba de Estanqueidad	1 prueba por tramo de tuberías que lleguen a la caja de inspección respectiva en cada torre.
Estructura Túnel	Resistencia a la compresión del concreto en placa de 21 Mpa y en pantallas de 28 Mpa.	Se toman 2 muestras de 5 parejas de cilindros por aptos tomadas para la fundida de la placa y una muestra representativa de la fundida de pantallas.
	Mallas: Resistencia a la tracción de mallas y resistencia al cortante de la soldadura. Verificar registros de pruebas del proveedor exigidas por la NRS-98	Se ensayan 3 muestras por cada tipo de malla empleado y 3 barras de 1 m por cada tipo de barra refuerzo principal por cada 100 Ton que entran al proyecto. El registro de pruebas por lote de producción.
Estructura de Columnas	Resistencia a la compresión del concreto	4 parejas de cilindros tomadas por cada grupo de columnas fundido de la estructura parqueadero por jornada de fundida y por piso de punto fijo
	Acero: Resistencia a la tracción del Acero Verificar registro de pruebas del proveedor exigidas por la NSR-98	El registro de pruebas por lote de producción suministrado por el proveedor. 3 barras de 1 metro por cada tipo de refuerzo principal por 100Ton que entran al proyecto.

5.1.1 Equipos de topografía

- **Revisión de certificados.**

En un proyecto es de vital importancia que los equipos de medición con los que se cuenta estén debidamente calibrados y revisados para estar seguros de que los levantamientos que se hacen tengan alta precisión.

- ✓ Por eso uno de los lineamientos establecidos, y que debemos hacer cumplir, en el plan de calidad es la de exigir al contratista o al proveedor de los servicios de topografía un certificado de calibración y mantenimiento de los equipos con los que trabaja cada 6 meses o cada vez que haga reingreso a la obra.
- ✓ Para hacer esto se recomienda que se dé aviso al contratista o en su defecto al topógrafo encargado, sobre el requerimiento de dicho documento al menos 1 mes antes de la fecha de revisión, y además estarle recordando como mínimo una vez en la semana sobre la entrega. Lo anterior se manifiesta debido a la experiencia, en cuanto a que el proveedor de estos servicios puede que no le dé la importancia necesaria a la revisión de su propia herramienta y tenga mucha demora en la entrega de este certificado.
- ✓ En el momento de ser entregado se debe revisar que el certificado corresponda con el equipo utilizado en la obra. Para esto se puede observar que la referencia del equipo, coincida con la referencia especificada en dicho documento de calibración. A continuación se muestra la primera página de un certificado tipo:

Figura 47 . Certificado de Calibración de Teodolito.

TOPO OPTICA
Manuel Arnulfo Zapata Ortiz

COMPRA VENTA
Reparación y Mantenimiento
Teodolitos
Niveles y Accesorios
SERVICIO TÉCNICO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA

INFORME CALIBRACIÓN
Nro. 0827- 2009

REFERENCIA DEL EQUIPO: **THEODOLITO WILD T1 Nº 202457**
PROPIETARIO: **ARCEMIRO BONCES ORTIZ**
DIRECCIÓN: **BUCARAMANGA**
FECHA DE RECEPCIÓN EQUIPO: **ABRIL 14 / 2009**
FECHA DE CALIBRACIÓN: **ABRIL 15 / 2009**
FECHA DE ENTREGA: **ABRIL 15 / 2009**

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIDOR:
El theodolito wild t1 calibrado fue comparado con un colimador de referencia YK-1 M 104 con certificado de calibración del fabricante.

IDENTIFICACIÓN DEL METODO DE CALIBRACION:
Este equipo se calibro utilizando los parámetros ópticos y mecánicos suministrados por el fabricante en el catalogo del equipo, cumpliendo con las normas de precisión exigidas para este equipo de topografía.

DECLARACIÓN SOBRE LA TRAZABILIDAD:
La calibración del Colimador está establecida con un Theodolito Marca WILD T2 Nº 257172 de fabricación Suiza, el cual se mantiene y se almacena en condiciones adecuadas. Al Colimador se le efectúa un chequeo de Trazabilidad con el Theodolito referenciado mensualmente; mirando que el error en los ejes verticales y horizontales no sea superior a 2" y el espaciamiento angular entre los ejes de 30º y 50º no sea superior al mismo error; dicho chequeo se hace también sobre los lentes con distancias de 10mt, 2mt, 1,5mt y 1,20mt. El anterior proceso de lecturas se efectúa sobre los dos ejes y todos los lentes; lo que lleva al Colimador a presentar un margen de error no superior a 5". El colimador tiene como base un sistema de nivelación con dos niveles perpendiculares entre si con una precisión de 40" por nivel, los cuales han sido chequeados con un nivel de banco de 5 centésimas de milímetro por metro, estableciéndose así mediante el anterior proceso la trazabilidad de los patrones de calibración.

DECLARACIÓN SOBRE LA INTEGRIDAD DEL CERTIFICADO:
La única Garantía que Topo Óptica puede otorgar al cliente, es que su equipo funciona correctamente en las instalaciones de Topo Óptica, puesto que durante el traslado a su lugar de origen, movimientos bruscos o falta de cuidado del transportador, podría invalidar el Servicio efectuado. Es por esta razón que el equipo se entrega con garantía de Calibración en el mismo lugar donde fue entregado para el Servicio, es decir en las instalaciones de Topo Óptica, se expide certificado de validez por noventa (90) días calendario.

DECLARACIÓN SOBRE LAS LIMITACIONES DE USO:
Se recomienda hacer chequeo mínimo cada ocho (8) días para verificar su estado, mandar a recalibrar el equipo si se sospecha de su funcionamiento, si fue sometido a circunstancias que lo hayan podido descalibrar, o antes de empezar algún proyecto importante

CALLE 65 # 15-04 TEL : 6835045 BUCARAMANGA COLOMBIA

Fuente: Archivo, Certificados de calidad, Obra Tayrona I.

- ✓ Aquí podemos observar la referencia del equipo de topografía, que para el caso es un TEODOLITO WILD T1, la cual se debe verificar en campo que sea la misma que tiene el aparato.

Figura 5. Teodolito Wild T1-verificacion de referencia.



Fuente: El Autor

- ✓ Otra revisión es la de llamar al teléfono del laboratorio que hace la certificación y comprobar que el propietario si envió allí este equipo en la fecha que se indica para su calibración.

- ✓ También se debe revisar las declaraciones que hace el laboratorio sobre el estado del aparato y del método utilizado para su calibración, verificando que el equipo con el cual se haga la comparación también esté calibrado y con respecto a que hacen esta calibración, que para el caso la comparación se hizo con un colimador de referencia YK-1 M 104 el cual se calibra con un Teodolito marca WILD T2 N° 257172 de fabricación suiza, y que dice ser mantenido y almacenado en las mejores condiciones.

De esta forma se garantiza que el equipo con el que se hacen todos los levantamientos topográficos en primera instancia, se halla verificando el estado y su calibración para tener certeza de la precisión de la medición hecha en la obra o proyecto. Para más seguridad, en obra también se debe hacer un chequeo del estado del equipo verificando su precisión y ajuste, a continuación se describe como se hace.

- **Verificación de estado y ajuste de los equipos**

Según el plan de calidad esto se debe hacer mensualmente mientras el equipo de topografía se esté utilizando en el proyecto. Para realizar esta actividad incluida en el plan de calidad se hacen las siguientes recomendaciones:

Operación y registro

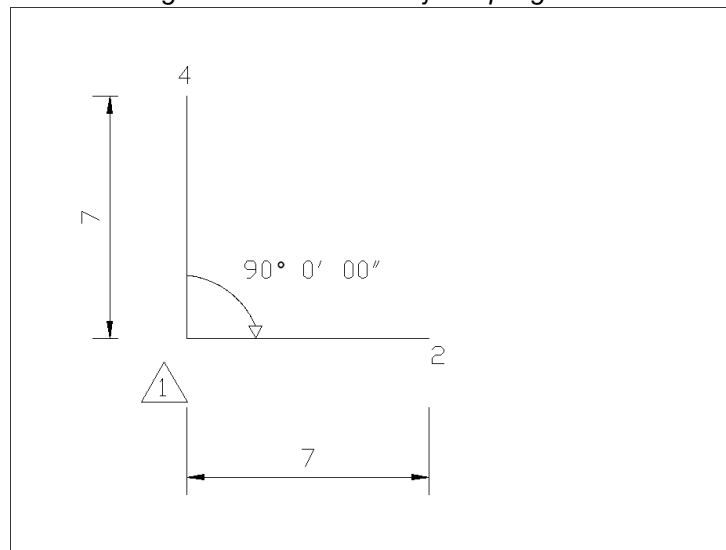
- ✓ Dar aviso previo al topógrafo encargado en la obra sobre el chequeo que se debe hacer, al menos con varios días de antelación para que se programe un tiempo en la semana ya que esta actividad toma algunas horas, y puede interferir con la labor diaria del personal de topografía
- ✓ Planteado el día, se prepara el formato en donde se debe hacer el registro el cual es el CTR-FO-71 (Ver Anexo 1), que hace parte de los formatos del sistema de gestión de calidad, del cual se debe imprimir una copia por aparato a revisar.
- ✓ Para mayor comodidad en la verificación del Teodolito se busca un terreno llano y amplio, al menos 10m de diámetro, en donde se hará el cierre de una poligonal que es la forma de verificar el ajuste de este aparato de medición horizontal. Para este ejemplo se hará el cierre de un cuadrado:

- ✓ Se comienza ubicando el punto inicial (estación) y allí se arma el teodolito, verificando la nivelación del mismo, y desde allí se da vista al que va a ser el cuarto punto marcando allí el ángulo de $0^{\circ} 0' 0''$ y midiendo la distancia horizontal que para el caso fue de 7m.
- ✓ Al tiempo se comienza a llenar la cartera del formato CTR-FO-71, con estos datos y se comienza a hacer el bosquejo del plano

Tabla 18. Inicacion de llenado de cuadro de cartera.

Δ	Θ	Angulo	D. Hz
$\Delta 1$			
	4	$0^{\circ} 0' 00''$	7m
	2	$90^{\circ} 0' 00''$	7m

Figura 49. Inicio de dibujo de poligonal.



Fuente: El autor

- ✓ Posterior a esto se desarma el aparato y se ubica en el punto 2, armándolo nuevamente y nivelándolo, se mira hacia el punto 1, se toma el $0^{\circ} 0' 00''$ y se busca el ángulo de $90^{\circ} 0' 00''$ para ubicar el punto a 7m medidos con la cinta métrica.

Tabla 19. Continuación de carteras topográfica.

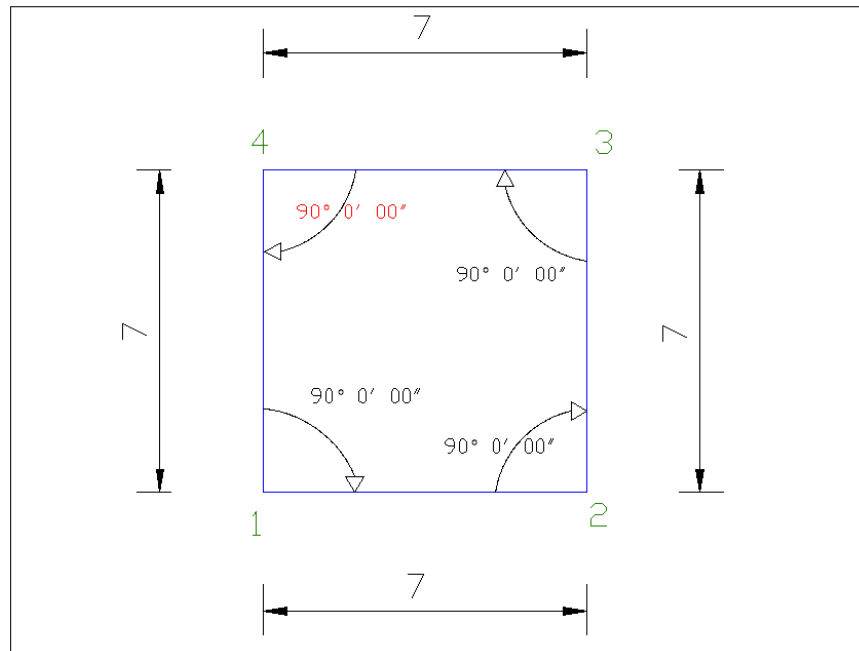
Δ	θ	Angulo	D. Hz
$\Delta 1$			
	4	$0^{\circ} 0' 00''$	7m
	2	$90^{\circ} 0' 00''$	7m
$\Delta 2$			
	1	$0^{\circ} 0' 00''$	7m
	3	$90^{\circ} 0' 00''$	7m

- ✓ Esta misma operación se repite en el punto 3 y viendo hacia el 4.
- ✓ Finalmente se ubica el aparato en el punto 4, se mira hacia el punto 3 colocando el ángulo en cero, y luego se observa hacia el punto uno 1 y se revisa cuanto marco el ángulo de barrido, que para nuestro caso fue de $90^{\circ} 0' 00''$, además se rectifica cuanto es la distancia entre el punto 4 y el 1 la cual es de 7m.

Tabla 20. Culminacion de cartera topográfica.

Δ	θ	Angulo	D. Hz
$\Delta 1$			
	4	0° 0' 00"	7m
	2	90° 0' 00"	7m
$\Delta 2$			
	1	0° 0' 00"	7m
	3	90° 0' 00"	7m
$\Delta 3$			
	2	0° 0' 00"	7m
	4	90° 0' 00"	7m
$\Delta 4$			
	3	0° 0' 00"	7m
	1	90° 0' 00"	7m

Figura 50. Esquema de la poligonal cerrada.



Fuente: El Autor

Cálculos finales:

$$\text{ANGULO DE CIERRE Lectura del punto 4} = 90^{\circ} 0'00''$$

$$\text{ERROR ANGULAR} = \text{Lectura punto 4} - 90^{\circ} = 90^{\circ} 0'00'' - 90$$

$$\text{ERROR ANGULAR} = 0^{\circ} 0'00''$$

ERROR ANGULAR PERMISIBLE

$$= a * n^{\frac{1}{2}}, \text{dode } a \text{ depende del equipo, y } n \text{ es el numero de lados del poligono}$$

$$\text{ERROR ANGULAR PERMISIBLE} = 0^{\circ} 0'01'' \times \sqrt{4}$$

$$\text{ERROR PERMISIBLE} = 0^{\circ} 0'2''$$

$$\text{DISTANCIA ENTRE PUNTO 4 Y PUNTO 1} = 7m$$

$$\text{ERROR EN DISTANCIA} = \text{Distancia entre punto 4 y 1} - 7m$$

$$\text{ERROR EN DISTANCIA} = 7m - 7m = 0m$$

$$\text{ERROR EN DISTANCIA PERMISIBLE} = 1cm$$

Con esto se termina el ajuste y verificación del Teodolito y se puede concluir que este está ajustado ya que los errores angulares y en distancia son menores a lo permisible.

5.1.2 Adecuación de terrenos-ensayo sobre densidad de rellenos. Lo que se indica en el plan de calidad sobre el ensayo de densidades es que se debe hacer uno por cada 60m² de rellenos en tierra y se recomienda que cuando el suelo no alcanza las especificaciones establecidas se deberá re-compactar o cambiar el material.

En el proyecto también se hicieron ensayos en todos los rellenos de las excavaciones que se tuvieron que hacer para alcantarillados o acometidas de agua utilizando un densímetro nuclear o el cono de arena.

- ✓ Lo primero que se debe hacer es enviar a laboratorio una muestra de cada uno de los tipos de suelo que se utilizara para el relleno, en donde se le hará el

ensayo de proctor de tal forma de que se pueda determinar las características de los suelos a utilizar en cuanto a humedad óptima y densidad máxima entre otros. Esto se debe archivar en una A-Z destinada solo a estos resultados y también a los de los ensayos de densidades en campo.

- ✓ Teniendo esto se debe estar pendiente de las excavaciones que se harán o que se están haciendo en la obra, para dar aviso al personal del laboratorio para que haga presencia en el momento del relleno, y efectuar las pruebas de densidades respectivas.

- ✓ Es necesario estar presente en el momento de la prueba para estar seguros que la prueba se hace de acuerdo a la norma, que para el caso del cono de arena se trabaja bajo la norma NTC 1667, la cual indica el método de ensayo para determinar la densidad y el peso unitario en el terreno. A continuación se indican los pasos básicos para el **ensayo de cono de arena**:
 - Retirar una capa de material de 10 a 12 cm de suelo con el molde redondo
 - La materia sacada se coloca en una bolsa y se pesa.

Figura 6. Elaboración de agujero y retiro de material.



Fuente: El Autor

Ahora para determinar el volumen del agujero se procede así:

- Se pesa el recipiente con la arena
- Se llena el agujero con la arena del cono (arena calibrada)
- Después de que el agujero y el cono están llenos se retiran el recipiente y se pesa con la arena restante.
- Teniendo el peso total del recipiente con la arena y del recipiente después de llenado el agujero, se halla el peso de arena que quedo en el agujero más el cono. Quitando el peso de la arena en el cono se puede saber el peso de la arena en el agujero.
- Como se conoce la densidad de la arena calibrada y el peso de la misma dentro del agujero se puede determinar el volumen del agujero

$$V_{\text{agujero}} = \frac{m}{\rho}$$

- Con el volumen del agujero y el peso del suelo que se extrajo de él, se puede calcular la densidad húmeda:

○

$$\rho_h = \frac{m_{\text{suelo}}}{V_{\text{agujero}}}$$

Figura 52. Instrumentos necesarios para ensayo de cono de arena.



Fuente: El Autor

Se calcula el contenido de humedad del suelo con el humidómetro:

- Se toma un poco de muestra de suelo y se introduce en el humidómetro
- Se le agrega un poco de cal viva
- Se introducen unas esferas de plomo
- Se agita el humidómetro hasta obtener el resultado del contenido de humedad (h).

Figura 53. Instrumentos para hallar el contenido de humedad del suelo.



Fuente: El Autor.

- ✓ Con esto se puede calcular la densidad seca del suelo:

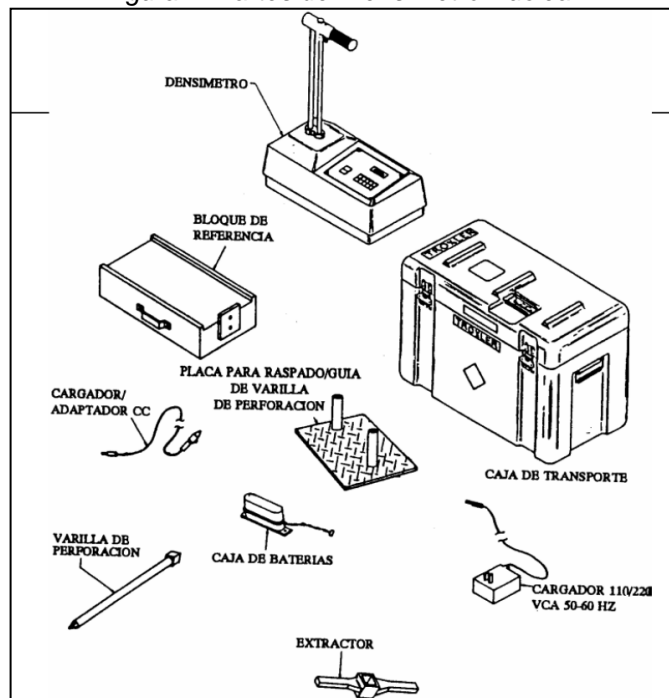
$$\rho_d = \frac{\rho h}{1 + h}$$

La información obtenida se puede consignar el formato CTR-FO-45 (Ver Anexo 6)

En la obra se puede solicitar al laboratorio que los ensayos de densidad se hagan con el **densímetro nuclear** el cual es un equipo portátil que sirve para determinar de forma rápida y precisa la densidad seca y la humedad de los suelos en campo. Esto es de mucha utilidad sobre todo a la hora de supervisar rellenos de excavaciones pequeñas en las cuales la compactación de una capa dura poco tiempo y que hacer el ensayo con cono de arena demoraría mucho tiempo el proceso lo cual ocasionaría retrasos en la consecución de la actividad de relleno.

Ensayo con Densímetro nuclear:

Figura 7. Partes del Densímetro Nuclear.



Fuente: <http://www.constructorcivil.org/2010/01/densidad-de-campo-metodo-del-densimetro.html>

A la hora de supervisar el ensayo se recomienda observar que se sigan los siguientes pasos básicos:

- Se debe preparar el suelo donde se va a hacer la prueba de tal forma que al colocar la placa guía de la varilla de perforación.
- Clavar en el suelo la varilla de perforación haciendo que esta pase por las guías de la placa de respaldo, la profundidad de perforación debe ser de aproximadamente 30cm.

Ilustración 55. Hincado de la varilla de perforación.

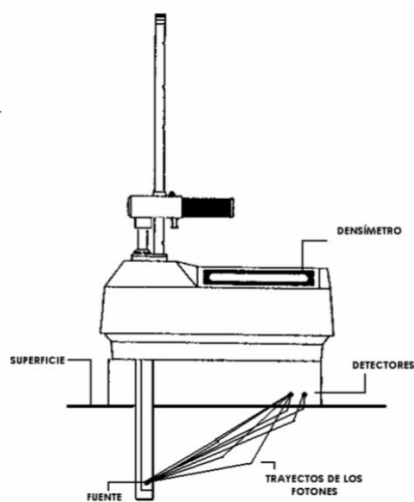


Fuente: El Autor

- Se puede recomendar que antes de quitar la placa de respaldo se marque el contorno de la misma en el suelo para que al colocar luego el densímetro sea con la mayor precisión posible.
- Retirar la varilla de perforación utilizando el extractor e inmediatamente después retirar la placa de respaldo, seguido a esto se coloca el aparato de medición.

- Con el densímetro ubicado en la posición correcta se introduce la varilla con la fuente del aparato en el orificio y luego se libera el disparador y se espera unos segundos a que el aparato haga su trabajo.
- Es de vital importancia tener en cuenta que desde el momento que coloca la barrilla del aparato en el orificio del suelo se debe alejar todo el personal al menos unos 8m ya que los elementos con los que trabaja este densímetro son altamente nocivos para la salud

Figura 56. Densímetro nuclear en funcionamiento



- Se verifica que el laboratorista, en este caso, consigne los datos como, densidad seca, densidad húmeda, porcentaje de humedad y porcentaje de compactación, entre otros, en el formato CTR-FO-16 (Ver anexo 2).
- En este momento se revisa si el porcentaje de compactación está por encima del 95%, si es así, se aprueba la capa, si no se pide que se repita la compactación y se repite la prueba, si el problema persiste también se revisa el porcentaje de humedad y se compara con el óptimo para el tipo de suelo de acuerdo con los resultados de proctor y se verifica si la humedad está muy por encima o por debajo.

- Si la humedad es mayor que la humedad óptima se recomienda levantar el suelo saturado y cambiarlo por suelo de mejores condiciones de humedad.
- Otra opción para cuando el suelo está muy húmedo es darle un tiempo de secado lo cual es no es siempre posible ya que podría ocasionar retrasos en la culminación de cierta actividad.
- Si no existe suelo competente cerca por diferentes razones, como por ejemplo que por causa del invierno se saturó el suelo requerido para relleno, una opción que se utilizó en el proyecto y que se observó, da buenos resultados en cuanto a disminuir la humedad, es la de agregar cemento Portland al suelo, y hacer un mezclado breve para luego ser compactado por aparatos mecánicos. Esto se pudo comprobar ya que al hacer la prueba, antes y después, la humedad disminuyó considerablemente.

5.1.3 Control diario del concreto. Dentro de cualquier proyecto de construcción hay muchas actividades en las que se debe utilizar la mezcla de concreto, para conformar los elementos que se deben erigir en la consecución de alguna unidad estructural. Tales actividades se describen a continuación:

- Muros de contención
- Cimentaciones
- Columnas
- Muros estructurales
- Placas macizas
- Placas aligeradas
- Vigas
- Escaleras

En el plan de calidad del proyecto TAYRONA I, se estableció que para cada una de estas actividades se debe realizar un control, el cual implica la realización de la

prueba de asentamiento y la toma de muestras para el posterior ensayo de compresión. Aquí se describirá como hacer esto, especificando algunos ítems que son necesarios para realizar estos ensayos de una manera correcta, (de acuerdo a la normativa del ICONTEC) y organizada ya que por su magnitud, el proyecto recibió diariamente un volumen de concreto relativamente alto, lo que puede ocasionar que se vuelva un poco complicado.

5.1.3.1 Programación

- ✓ Primero que todo se debe coordinar con el Ingeniero Residente sobre la programación que tiene de llegada de concreto, para que le haga entrega de esta en forma impresa para poder organizarse con los tomadores de muestras (TOMU), ya que ellos con antelación debe saber en dónde deben ubicarse con todas las herramientas para hacer la prueba de asentamiento y sacar las muestras de concreto.
- ✓ Es importante la programación de llegada del concreto ya que en un proyecto grande como el conjunto residencial TAYRONA, pueden llegar dos o más mezcladoras al mismo tiempo en diferentes lugares, para las cuales se tiene que efectuar la prueba de asentamiento lo antes posible para no ocasionar retrasos, en el vaciado del mismo.
- ✓ De acuerdo con lo anterior es vital preparar el sitio de trabajo en donde se va a ubicar la mixer, revisando que este esté en buenas condiciones de limpieza y nivelación, además se debe revisar si es necesario llevar los moldes para elaboración de los cilindros para la muestra cerca del sitio ya que por su distancia puede ser complicado llevar la carretada de concreto al sitio cerca de la pila de curado.

5.1.3.2 Ejecución

- ✓ En el momento de llegar la mixer se debe exigir al conductor la remisión para revisar si el concreto si corresponde con las especificaciones que se pidió, se debe revisar las siguientes características:

DESTINO: Lugar al que fue enviado el concreto por parte del proveedor.

FECHA Y HORA: La fecha y la hora de cargue del concreto.

VOLUMEN (m³): Volumen que trae en la tolva.

ASENTAMIENTO (pulgadas): Asentamiento que la empresa ofrece de acuerdo a lo pedido.

TIPO DE CONCRETO: si es industrializado con acelerante, o si es un concreto normal...

CODIGO: Código de despacho de acuerdo al consecutivo que tiene la empresa de concretos.

NUMERO DE SELLO: Código con el que se puede comprobar que el concreto salió de la planta proveedora y no ha sido manipulado ya que los camiones traen este sello plástico en lugares en donde para poder manipular el concreto este deber romperse. En el momento de llegada se debe revisar este sello y su concordancia con el del recibo y luego pedir al conductor que lo rompa para poder comenzar con la manipulación del concreto.

Figura 57. Recibo de recibo del concreto en obra.

Fuente: Archivo de almacén, obra TAYRONA

5.1.3.2.1 Prueba de asentamiento

El equipo necesario para el ensayo de asentamiento es:

- Cono de Abrams
- Varilla compactadora
- Cinta métrica o regla
- Un cucharón con mango
- Palustre
- Base metálica nivelada.

Figura 58. Implementos para prueba de asentamiento



Fuente: El Autor.

• Procedimiento

Se pide al operador de la mixer que haga girar la tolva entre 5 y diez minutos para garantizar que la muestra que se tome sea representativa del volumen total

Foto 59. Prototipo de mezcladoras que ingresan a la obra



Fuente: El Autor

Se ubica una carretilla cerca de la canaleta de descargue y se pide al conductor que deje salir concreto lentamente hasta tener al menos la mitad de la carretilla.

Figura 60. Toma de muestra para prueba de asentamiento



Fuente: El Autor

Una vez en la carretilla se mezcla bien con el palustre y se procede a verterlo en el cono.

El cono se debe colocar sobre la base metálica la cual ha sido previamente nivelada y se humedece con agua junto con la varilla compactadora.

Se sujeta el cono con los pies de las aletas que este tiene para tal fin y se agrega una capa de concreto de tal manera que ocupe un tercio del volumen total del cono (aproximadamente 6.7cm desde la base) y se chuza esta capa 25 veces haciendo una espiral desde los bordes hacia el centro evitando tocar el fondo del cono con la varilla.

Se agrega otra capa de concreto con otro tercio del volumen del cono (aproximadamente 15.5cm desde la base) y se chuza 25 veces de la misma forma que en la anterior capa y teniendo cuidado de penetrar muy poco la capa inferior.

Figura 61. Inicio de ensayo de asentamiento



Fuente: El Autor

Llenar el cono con la tercera capa rebosando ligeramente el cono y chuzar 25 veces tratando de penetrar ligeramente la segunda capa. Si la capa se baja del nivel superior del cono se debe agregar un poco más de concreto y luego enrazar el borde con la varilla compactadora.

Figura 62. Enrase del borde del cono



Fuente: El Autor

Retirar los sobrantes de alrededor de la base del cono sin soltar en ningún momento el cono ya que se puede salir el concreto y se anularía inmediatamente la prueba.

Figura 63. Limpieza de sobrantes



Fuente: El Autor

Se comienza a levantar el cono verticalmente evitando giros o inclinaciones, esto se debe hacer en un tiempo de 5 a 7 segundos.

Luego se voltea el cono de cabeza y se coloca junto al concreto, se coloca la varilla horizontalmente sobre el cono y de tal manera que quede sobre el área

asentada de la muestra. Se mide con el flexómetro la altura desde la parte inferior de la varilla y la porción central de la superficie del concreto

Figura 64. Medida del asentamiento



Fuente: El Autor

- Aprobación o rechazo
 - ✓ Si en el momento de levantar el cono metálico el concreto cae de lado la prueba debe repetirse, si al hacerla nuevamente ocurre lo mismo, el concreto se debe rechazar ya que el concreto quizás carezca de plasticidad.
 - ✓ Si el asentamiento medido sobrepasa el rango de aceptación, el cual es de más o menos una pulgada, se repite la prueba, y si sigue ocurriendo esto el concreto se debe rechazar.

En los dos casos se debe registrar en la remisión el motivo de la devolución sin firmar el recibido de la misma.

5.1.3.2.2 Preparación de la muestra

- **Equipo necesario**

- Moldes: deben ser cilíndricos con un diámetro de 15 cm. y una altura de 30 cm.
- Un cucharón con mango.
- Varilla compactadora con punta redondeada.
- Regla metálica y/o palustre para enrasar.
- Llaves para ajustar los moldes.
- Martillo de caucho de peso aproximado 0.57 Kg. +/- 0.23 Kg.

- **Procedimiento**

- ✓ Cuando hayan pasado 30 minutos desde cuando se comienza el descargue del concreto se pide al operador de la mixer que mezcle el concreto por un tiempo de al menos 5 minutos y que luego vacíe en una carretilla el volumen total de esta en concreto.
- ✓ Previamente el tomamuestras debe organizar en sitio nivelado 8 o 10 moldes de acuerdo al tipo de estructura o elemento que se va a fundir . Esto se debe hacer en lo posible cerca de la pila donde se va a curar los cilindros.
- ✓ Se comienza con el llenado de los cilindros el cual se debe hacer en tres capas por lo que la primera capa debe ser de aproximadamente 10cm y esta se debe hacer en todos los cilindros al mismo tiempo.
- ✓ Se comienza a chuzar con la varilla compactadora la capa haciéndolo en forma de espiral de afuera hacia adentro evitando tocar el fondo del cilindro.
- ✓ Se toma el martillo de caucho y a cada cilindro se le dan de 10 a 15 golpes para que desaparezcan los posibles vacíos que haya dejado la varilla compactadora.
- ✓ Se llena el cilindro con la segunda capa hasta llegar a una altura de aproximadamente 20cm y se repite la misma operación anterior.

- ✓ Se coloca la última capa en todos los cilindros y se chuza con la varilla 25 veces haciéndolo en forma de espiral de afuera hacia adentro y procurando penetrar ligeramente la segunda capa. Luego se golpean los cilindros con el martillo de caucho y se revisa que el nivel no baje, si esto ocurre se llenan hasta el borde con concreto y se enrasan con el palustre.
- ✓ Se almacenan por al menos 24 horas dependiendo del elemento fundido con el mismo protegiéndolos para que ningún agente exterior los pueda dañar.
- ✓ Al pasar el tiempo de curado inicial se retiran los moldes teniendo cuidado de no maltratar los cilindros de concreto y luego se identifican colocando el código y el número de consecutivo ,también la fecha de toma de la muestra



- ✓ Los cilindros se almacenan en una pila de agua, mezclada con cal para mantener (5kg por cada 2m³) , también es importante proteger la pila para que no le entre la luz directa, tratando de mantener una temperatura de 16°C a 27°C



- ✓ Luego se debe diligenciar el formato CTR-FO-34 (Ver anexo 7) el cual es el indicado para el envío de muestras de concreto al laboratorio.

5.1.3.2.3 Remisión al laboratorio

- ✓ Para hacer la remisión al laboratorio (Tarea que se debe hacer diariamente) cuando se tienen que tomar varias muestras al día y además se debe hacer otras actividades de supervisión puede resultar dispendioso, por eso a continuación se recomienda el siguiente procedimiento.
- ✓ En primer lugar en el momento que llega la mixer y nos entrega el recibo de remisión del concreto, se revisa el código que este trae como consecutivo de la planta que trae el concreto (ver figura 57) y se le dicta al tomador de muestras e cual lleva un cuaderno muy práctico en donde el lleva lo siguiente consecutivo:
 - La fecha de toma de muestra
 - El número consecutivo del número de la muestra (Para la obra en total fueron 974)
 - El código del recibo

- La resistencia del concreto
- El asentamiento que tuvo el concreto
- El destino, en forma general que se le dio al concreto.

Figura 65. Cuaderno de registro de muestras llevado por el tomamuestras.

Fecha de Muestra	Número de Mezclador	Hora de Llegada	Ubicación de Asentamiento	Destino de la Muestra
07/06/10	53481080	16:30	Asen 7 3/4"	Escaleras
08/06/10	53481101	16:43	Asen 6"	Punto T 15
09/06/10	53481101	13:49	Asen 7 3/4"	Punto Fijos
10/06/10	53481200	10:50	Asen 6"	Urbanismo
12/06/10	53481232	11:00	Asen 5 1/4"	Ortopedales
12/06/10	53481237	12:00	Asen 5 1/4"	Urbanismo
19/06/10	53481238	16:32	Asen 7"	Ortopedales
19/06/10	53481235	10:50	Asen 6"	Urbanismo
17/06/10	53481340	09:27	Asen 3"	Urbanismo
17/06/10	53481307	13:50	Asen 7"	Ortopedales
17/06/10	53481367	15:23	Asen 8 1/4"	Punto Fijo T 5
18/06/10	53481423	13:04	Asen 3 3/4"	Urbanismo
18/06/10	61828837	14:15	Asen 7 3/4"	Ortopedales
19/06/10	53481424	12:00	Asen 6 3/4"	Ortopedales
21/06/10	53481512	11:33	Asen 3 3/4"	Urbanismo (Cintado)
21/06/10	53481515	13:47	Asen 7 3/4"	Ortopedales
21/06/10	53481521	16:01	Asen 6 3/4"	Punto Fijo
22/06/10	53481563	14:00	Asen 7"	Ortopedales
23/06/10	53481605	09:48	Asen 14 3/4"	Urbanismo
23/06/10	53481631	13:58	Asen 6 3/4"	Punto Fijo

Fuente: El Autor

- ✓ Cuando finaliza el descargue del concreto se firma el recibo, se entrega el original y copia al conductor y nos quedamos con otra copia, la cual se le entrega al inspector o residente encargado de la actividad.
- ✓ Esta persona tiene que al final de la jornada registrar en el formato CTR-FO-31, el cual es el formato para control diario de concreto, todos los aspectos característicos de cada remisión que se recibió, tales como:
 - Fecha
 - La especificación del concreto
 - El volumen utilizado
 - La hora de ingreso de la mixer
 - La estructura o elemento que se fundió exactamente
 - El código del recibo o remisión
 - El resultado del asentamiento que se hizo en obra

- ✓ Luego con estos datos se toma el cuaderno del tomamuestras y la carpeta del formato CTR-FO-31 (la que en adelante la llamaremos carpeta roja y se puede ver en el anexo 8) y se comparan los datos, con el motivo de darle el número exacto del consecutivo de muestras al registro de concreto que ingreso a la obra. Hay que tener en cuenta que no a todas las mezcladoras que ingresan se les toma muestra, por eso la importancia de revisar que los datos coincidan en la asignación del número de muestra, ya que si se comente algún error podría asignarse el número a una remisión de concreto a la que no se le saco, por lo tanto la muestra no correspondería al elemento que se fundió.

Figura 66. Carpeta para el control diario del concreto.

Fecha	Especificación	Volumen	Hora	FECHA:	Estructura	Recepción	Asentamiento	YY
781 11-05-10	Concreto 3000 psi 3/4" bombeable	1000	12:40		Forma II (Cimentario Nuevo)	5107120	6"	
782 12-04-10	concreto 3000 psi 3/4" bombeable	500	07:02		Andén, Calzada Occidental, Avenida Batei.	4510010	6"	
783 15-04-10	concreto 3000 psi 3/4" bombeable	1000	1:45		2.0 + 700 PL 11 1.0 + Subo Andén Calzada Occidental, Avenida Batei.	4502030	6"	
784 16-04-10	concreto 3000 psi 3/4" bombeable	500	10:00		Andén Occidental, Avenida Batei.	5107121	5"	
785 16-04-10	concreto 3000 psi 3/4" bombeable	500	13:45		3.50 + man. Cimentario 1.00 + trapeado v3	5107122	4"	
786 17-04-10	concreto 3000 psi 3/4" bombeable	1000	2:45		2.0 + trapeado 4.0 700 PL 10 - B.2 1.0 + Subo Calzada Occidental, Avenida Batei.	4510011	6"	
787 17-04-10	concreto 3000 psi 3/4" bombeable	500	16:35		Andén Occidental, Avenida Batei.	4502040	6"	

Fuente: El Autor

- ✓ Hecho lo anterior se toma la carpeta roja y se comienzan a registrar la muestras en el formato de ensayos de concreto CTR-FO-15 (Ver anexo 5), en donde se registra de forma digital el número de la muestra, la ubicación y el elemento que se fundió, además el número de cilindros que se tomaron, la fecha de toma, el tipo de ensayo (Compresión o cortante), el asentamiento, y la resistencia esperada del concreto. Esto con el fin de proyectar y registrar las fechas de los ensayos a 3, 7, 14 y 28.

- ✓ A parte se lleva un cuadro sencillo en donde con el cuaderno del tomamuestras se registran las fechas de toma de las muestras y se proyectan las fechas de envío al laboratorio de las muestras a las diferentes edades.
- ✓ Por lo tanto, revisando diariamente el anterior cuadro nos podemos dar cuenta de las muestras que hay que enviar diariamente y a las cuales hay que hacer remisión.
- ✓ Con esto podemos hacer las remisiones de los cilindros para ensayo a diferentes edades, la cual se debe hacer en el formato CTR-FO-34 (ver anexo 7)

5.1.4 Control del acero. Esta actividad es muy importante ya que en cualquier proyecto de construcción es vital verificar que el acero con el que se va a construir, o se está construyendo sea de buena calidad y cumpla con las especificaciones mínimas exigidas.

Por eso en el plan de calidad se establecieron dos controles, el primero es la exigencia al proveedor del acero, de un certificado de calidad de este y el segundo es el envío al laboratorio de muestras para ensayo a tracción, por cada 100 toneladas que ingresen al proyecto.

- **Certificados De Calidad**

Estos se deben solicitar para todos los tipos de acero que se utilicen en la obra por ejemplo, para acero figurado, acero recto, y mallas electrosoldadas. Para el caso de acero recto y figurado se exige el certificado del acero por cartilla de pedido, la cual es elaborada por el RESI O REAO (Ver tabla 3)

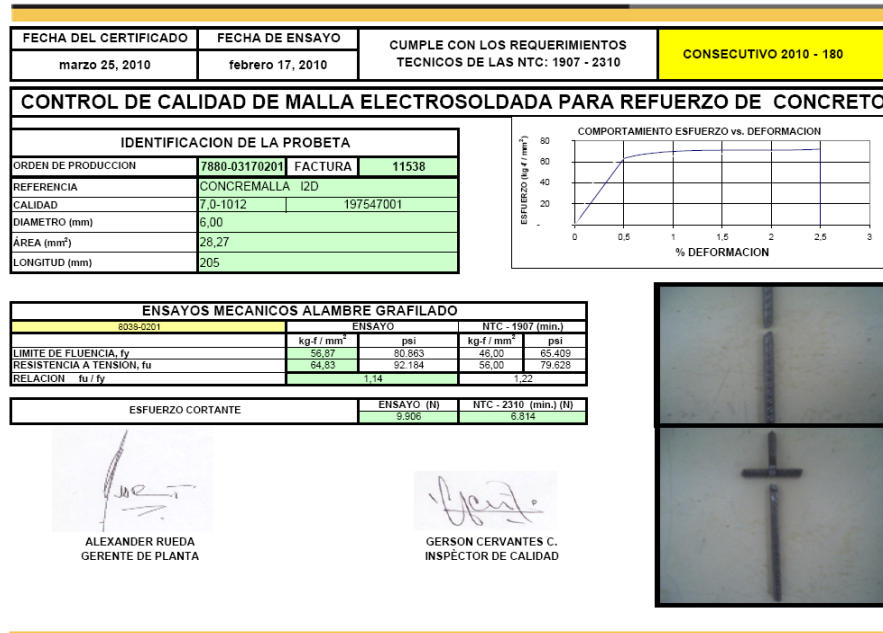
En el momento de llegar el acero se verifica que traiga la cartilla la cual tiene unos códigos por paquete y se especifica la cantidad de acero, dimensiones, diámetros, pesos, y el destino que tiene este tipo de acero. Además cada paquete de acero viene con una tarjeta de identificación donde se relacionan los detalles dependiendo del código que debe coincidir con la cartilla.

Figura 67. Tarjeta de Identificación de los paquetes de acero.



Además de esto se debe exigir los certificados de calidad del acero de cada cartilla que llega para luego poder hacer las verificaciones de las especificaciones de calidad solicitadas. En seguida podremos ver un ejemplo de certificado de calidad de malla electrosoldada en donde veremos las características que hay que revisar:

Figura 8. Certificado de calidad Malla electrosoldada.



Fuente: Archivo obra Tayrona I.

En primera instancia debemos verificar que el número de la factura, el diámetro y la longitud coincidan con los datos de la cartilla.

En segundo lugar debemos revisar que la resistencia a tracción y a cortante cumpla con los mínimos requeridos por la norma.

Para acero de refuerzo la resistencia a la fluencia (f_y) mínima es de 420 Mpa o 60000 Psi y la resistencia última (f_u) debe ser mínimo de 630 Mpa o 90000 Psi. Para mallas electrosoldadas según la norma NTC 1907 como podemos ver en el certificado para esta malla de diámetro 6.0 mm la resistencia mínima a la fluencia (f_y) debe ser de 65000 Psi y la resistencia última (f_u) es de 80000 Psi. Además la resistencia a cortante debe ser de 6814 N.

Como podemos observar según los ensayos de laboratorio los resultados de resistencia a la fluencia fue de 80863 Psi, la resistencia última fue de 92184 y el

cortante dio 9906 N, por lo que esta malla cumple con las especificaciones de resistencia requeridas por la norma.

- **Envío de muestras al laboratorio**

Para cumplir lo dicho en el plan de calidad debemos enviar muestras de acero por cada 100 toneladas que ingresan a la obra, para hacer esto podemos seguir las siguientes recomendaciones:

- ✓ Solicitarle al almacenista (ALMA) periódicamente las cantidades de acero en toneladas, que se ha recibido en la obra de los diferentes tipos, es decir para acero figurado, acero recto y mallas electrosoldadas. Hecho esto y si las cantidades son aproximadamente 100 toneladas se debe hacer un muestreo de acero.
- ✓ Para hacerlo se debe informar al Residente Encargado sobre la necesidad de tomar muestras de acero, para que tenga en cuenta que se van a utilizar varias barras que luego le pueden hacer falta, y se realice la respectiva reposición.

Estando en el acopio de acero, se revisan los diferentes diámetros de los distintos tipos de refuerzo utilizados y se comienza a tomar las muestras así:

- ✓ De cada diámetro de acero recto se toma una varilla y se cortan dos barras de 1m de longitud colocando una etiqueta en donde se menciona el consecutivo de remisiones, la fecha, el diámetro de la barra y la aclaración si es de acero recto o figurado. Lo anterior se hace tanto para las dos barras de muestra como para el resto de la varilla que queda, la cual desde ese momento queda como testigo, por lo tanto se debe apartar de el acopio para evitar sea utilizada.

- ✓ Para los diferentes diámetros de acero figurado se procede de la misma forma que para acero recto.
- ✓ Con respecto a las mallas electrosoldadas se toman una de cada diámetro en las dos direcciones, y se saca 1 cuadrado de 50cm por 50cm de cada una, y haciendo el respectivo etiquetaje de la misma forma que para los anteriores aceros. También hay que guardar los testigos aparte del acopio de mallas para evitar que sean utilizadas.
- ✓ Seguido de esto se hace la remisión diligenciando el formato CTR-FO-33 (Ver anexo 9) en donde se escribe el número de muestra el diámetro, las longitudes y el número de muestras.
- ✓ En el momento de recibir los resultados dados por el laboratorio se debe verificar los datos obtenidos y para eso nos podemos guiar de la siguiente tabla¹¹:

Tabla 21. Requisitos de ensayo a tracción para barras corrugadas de acero según NTC 2289

Norma	Grado (Mpa)	Para Barras N° pulg-(mm)	fy mínimo (Mpa)	fy máximo (Mpa)	fu mínimo (Mpa)	fu real > 1.25 fy real	Esfuerzos calculados sobre área	% mínimo de elongación en 20cm de medición
NTC 2289	420	2 a 11 (6 a 36) 14 (43) 18 (57)	420	540	550	Si	Nominal de la barra	2,3,4,5 y 6 = 14% 7,8,9,10 y 11 = 12% 14 y 18 = 10%

- ✓ A continuación se muestran los resultados para una de las muestras enviadas (N° 8) al laboratorio para el respectivo ensayo a tracción del acero. Teniendo en

¹¹ LAMINADOS ANDINOS S.A, Ensayos y Control de calidad del Acero para Estructuras de Concreto. Colombia, 2006. p.27.

cuenta que para cada diámetro se enviaron dos muestras por lo tanto se observan dos series de resultados unos para TYR02(8-1) y otros para TYR02(8-2).

Tabla 22. Resultados de laboratorio para ensayo a tracción del acero.

LABORATORIO XXXXX	OBRA: TAYRONA		FECHA DE INFORME: 23/ABRIL/09
	SOLICITADO POR: URBANAS S.A.		FECHA DE RECEPCION: 17/ABRIL/09
	SONDEO: -----	N° DE ENSAYOS : 12	FECHA DE PRUEBA: 22/ABRIL/09
RESISTENCIA A LA TRACCION DEL ACERO NTC 2289	MUESTRA N°: -----	PROFUNDIDAD: ----	CALCULO: XXXXXXXX XXXX XXXXX
	DESCRIPCIÓN: ACEROS 1"-7/8"-3/4"-5/8"-1/2"-3/8"		OPERADOR: XXX XXXX XXXXX
	INFORME N: 016/04/09		PAGINA: 1 de 4

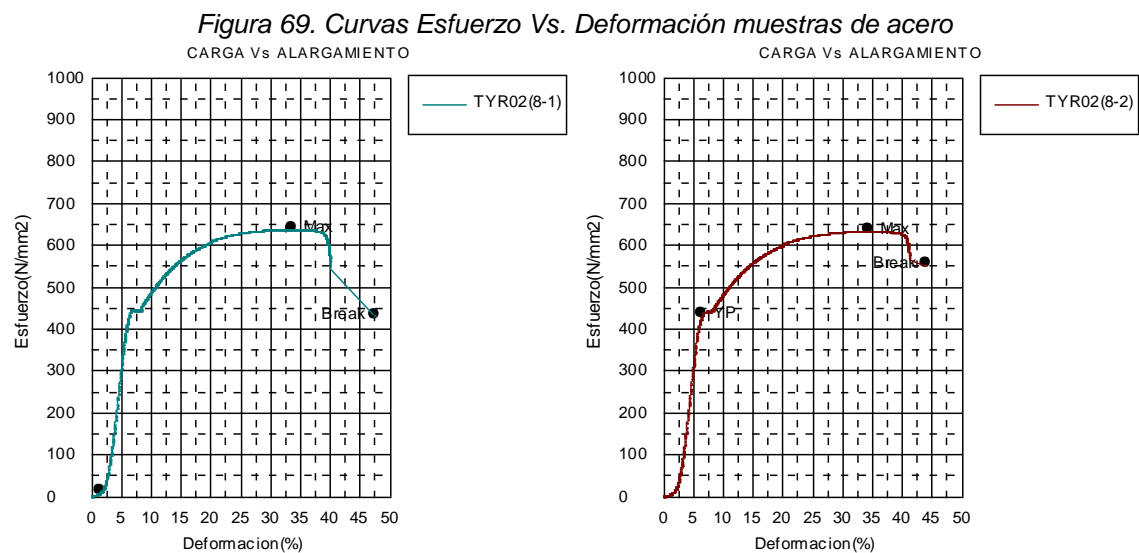
Nombre	ReH Esfuerzo Superior de Fluencia	Fm Carga Máxima	Rm Resistencia Máxima	Ru Resistencia Última	Z Porcentaje de Reducción de Área	A Porcentaje de Alargamiento
Unidades	N/mm2	N	N/mm2	N/mm2	%	%
TYR02(8-1)	450,36	324421,88	640,25	558.73	37,50	18,73
TYR02(8-2)	436,15	322187,50	635,85	555,89	33,84	18,50

Fuente: Archivo Obra TAYRONA I

Como podemos observar el esfuerzo de fluencia (fy) es mayor que 420 Mpa y menor que 540 Mpa de acuerdo a lo especificado en la norma NTC 2289, también se debe verificar que la resistencia ultima este por encima de 550 Mpa, además

también se puede verificar que el porcentaje de elongación sea el especificado por la norma, para este caso al ser la varilla N^o 8 el porcentaje de elongación debe ser de 12% por lo que observando las dos probetas ambas cumplen, ya que el porcentaje está por encima del 18%.

En seguida se muestran las gráficas de Esfuerzo Vs. Deformación para la muestra ya mencionada:



Fuente: Archivo Obra TAYRONA I

5.1.5 Red hidráulica-prueba hidrostática de presión. Esta prueba se hace con el fin de revisar si la instalación de agua potable, tanto fría como caliente, es hermética es decir que no se registran pérdidas de agua o fugas que pueda ocasionar humedades. Es una prueba no destructiva en la que el agua es bombeada a una presión más alta que la presión de operación y esta se mantiene por un tiempo.

En el numeral 6.8.4 la NTC 1500 especifica para esta prueba lo siguiente:

- Una vez terminada una sección de agua fría o caliente, debe ser probada su hermeticidad bajo una presión no menor a los 1000 kPa. La tubería debe soportar la presión durante un periodo de cuatro horas y sostenerla con una tolerancia del 2%. El agua que se usa para los ensayos debe ser obtenida de una fuente de agua potable y se deben conservar registros de estos ensayos.¹²

Es decir, la prueba para la instalación de agua fría o caliente de cada apartamento o vivienda se debe probar con una presión de mínimo 145 Psi (1000 kPa) y esta se debe conservar por mínimo cuatro horas, además se acepta una disminución de la presión de máximo el 2%.

Esta prueba se debe hacer en cualquier proyecto ya sea de casas, apartamentos, oficinas, etc. En la obra TAYRONA se realizaron 260 pruebas, para los apartamentos 240 (una por cada apartamento) más las pruebas para zona social y portería en donde también se instalaron redes hidráulicas. A continuación se describe como hacer esta prueba de tal forma que si el responsable es nuevo en el tema tenga un apoyo para hacerla bien, además para que cualquier persona que participe en la construcción de una vivienda pequeña, en donde no se tiene mucho conocimiento de las normas, pueda hacerla y así garantizar que no hayan fugas, ya que aparte de ser molestas ocasionando humedades, también podrían generar filtraciones de agua perjudiciales para la estabilidad de los terrenos de fundación de la estructura.

5.1.5.1 Materiales necesarios para hacer la prueba

- **Bomba de presión:** instrumento para bombear el agua a presión a través de la instalación de agua

¹² INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Código colombiano de fontanería. Ensayo. Bogotá: ICONTEC, 2004. p37.

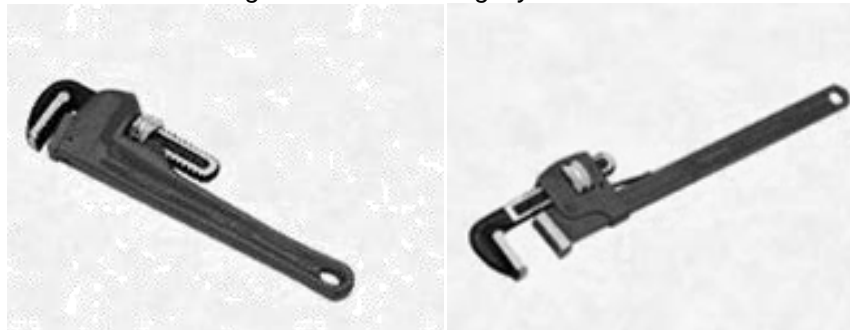
Figura 70. Bomba de presión manual



Fuente: El Autor

- **Llave Ridgid y Stillson:** herramientas versátiles a la hora de trabajar con cualquier tipo de elemento, ya sea una tuerca, tapón, codos o tubos.

Figura 71. Llaves Ridgid y Estilson



Fuente: <http://personal.iddeo.es/javiarias/Fontan1.htm>

- **Manómetro Standard:** instrumento utilizado para la medición de la presión del agua dentro de la red a probar. Para esta prueba se debe utilizar uno con una escala mínima de 0 a 200 Psi debido a que la prueba se hace con un mínimo de 145 Psi y según la NTC 2263 los manómetros empleados en el ensayo deben ser tales que la presión de ensayo se encuentre entre el 25% y el 75% de su rango de medición.

Es decir que lo mínimo que se puede medir para este manómetro es 50 Psi y lo máximo es 150 Psi.

Figura 72. Manómetro para medición de presión del agua-Escala de medida 0 a 200 Psi.

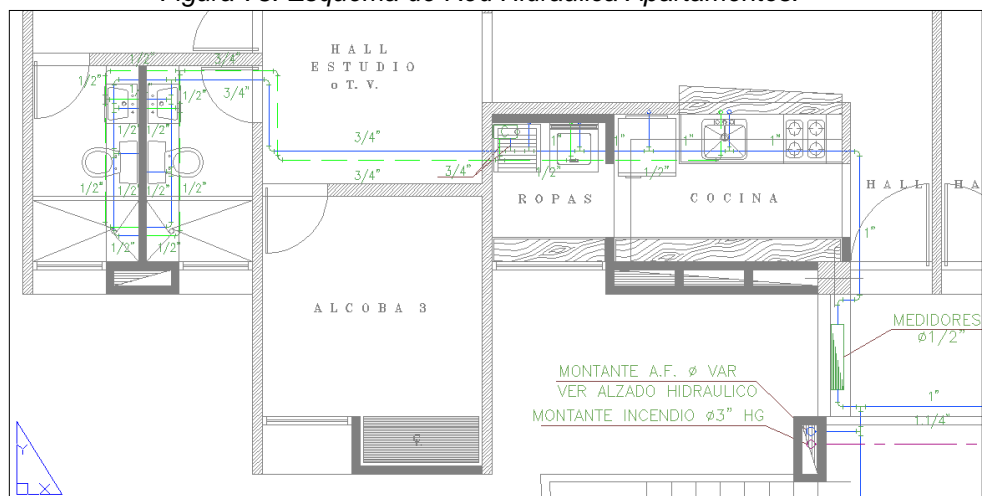


- **Tapones y niples:** elementos muy comunes que se utilizan en fontanería, aquí se utilizaran de acero galvanizado.

5.1.5.2 Procedimiento

- ✓ Primero se debe conocer la red que se va probar, en cuanto a configuración, sitios de salidas, válvulas, etc. Para esto se pueden revisar los planos hidráulicos del proyecto o cualquier tipo de esquema que represente realmente la instalación. Para colocar un ejemplo se muestran los esquemas de la red hidráulica de los apartamentos tipo A, de la obra TAYRONA I.

Figura 73. Esquema de Red Hidráulica Apartamentos.



- ✓ En la figura 28. Podemos ver la instalación hidráulica a partir de los medidores y que entra al apartamento, pasando por la cocina y luego llegando a los baños, el color azul representa la red de agua fría y el color verde interrumpida es la red de agua caliente. También podemos ver puntos de salida en la cocina (Para el lavaplatos), en el cuarto de ropas (para la lavadora, el lavadero y el calentador) y en los baños para el lavamanos, ducha y sanitario. Estos puntos de salida es muy importante conocerlos ya allí se deberá revisar primero, los tapones en caso de una baja de presión. En la siguiente fotografía se observa claramente las instalaciones de gas y la instalación de agua fría y caliente en el cuarto de ropas (PVC con salidas en hierro galvanizado), además del punto en donde se coloca el manómetro.

Figura 74. Alzado de Red hidráulica y gas en cuarto de ropas



Fuente: El Autor

En donde:

- 1-Entrada de agua fría para el calentador
- 2-Salida de agua fría para el lavadero
- 3-Salida de agua fría para la lavadora.
- 4-Salida de agua caliente del calentador
- 5-Salida de agua caliente para la lavadora.
- 6-Instalacion de Gas.

- ✓ Se comienza armando un cabezal que vamos a colocar para el manómetro de presión, de tal forma que sea de fácil colocación y que sea reutilizable en otras pruebas si tener que desarmarse. Como podemos ver en la figura 75 este se compone inicialmente de una unión, luego un niple de aproximadamente 10cm una te a la cual se coloca una reducción a de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{8}$ " para poder roscar allí el manómetro

También de la te sale un niple, de unos 7cm al que se le coloca una llave o válvula de paso y un tapón en acero galvanizado. Todos los accesorios son en tubería de hierro galvanizado en $\frac{1}{2}$ " a excepción de la reducción que hay que colocar para el manómetro.

Figura 75. Sistema para colocación del manómetro



Fuente: El Autor

- ✓ Se instala el anterior accesorio en uno de los puntos de salida del agua de y se verifica que todos las demás salidas estén debidamente taponadas a excepción de una de ellas, la cual se deja abierta para que permita la salida de agua cuando se esté cargando la tubería y así permitir la salida también del aire.
- ✓ Se toma la bomba de presión a la que previamente se le ha colocado un balde con agua y se instala al sistema que se había preparado, obviamente quitando antes el tapón y abriendo la llave de paso para comenzar a cargar la red con agua. (ver figura tal).

Figura 76. Comienzo de cargue de agua



Fuente: El Autor

- ✓ En el momento de estar cargando la tubería se puede observar que por la salida que dejamos sin tapón (preferiblemente una salida cercana a la de llenado) sale un poco de aire cada vez que se bombea, además en el momento de que salga bastante agua se sigue bombeando hasta que se observe que el caudal es bastante y se considere que salió todo el aire. Este purgado se hace debido a que si se deja el aire adentro, transcurrido el tiempo de la prueba, se

saldría o reacomodaría y el nivel de presión baja en la medida del manómetro por lo que no habría certeza si es una fuga real de agua.

- ✓ Luego de esto se coloca el tapón de la salida que se dejó para el purgado y se comienza a bombear de tal manera que la presión comienza a aumentar evidenciándose en el manómetro, esto se hace hasta alcanzar la presión de prueba la cual se recomienda de 150 Psi ya que la norma exige mínimo 145 Psi.
- ✓ Cuando se llegue a la presión de ensayo se cierra la válvula y se coloca el tapón como se puede observar en la siguiente figura:

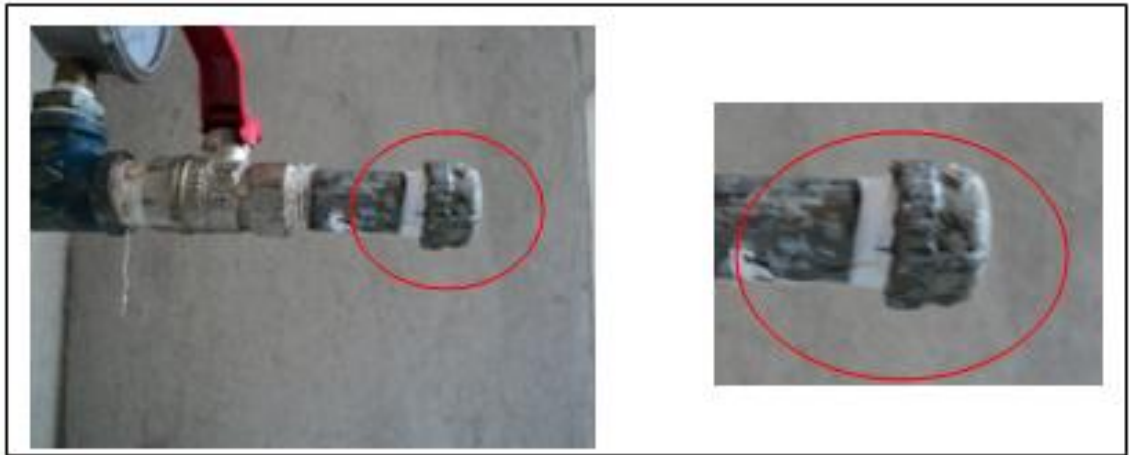
Figura 77. Válvula cerrada del cabezal de medición y colocación de tapón



Fuente: El Autor

- ✓ Una de las finalidades del tapón es que sirva como garante de que en el tiempo que se debe dejar el ensayo se pueda comprobar que el dispositivo no fue manipulado abriendo la llave y agregando más agua cuando la presión cae. Esto se puede hacer colocando una sencilla marca en el tapón y el niple al que va asegurado, de tal forma que no sea visible fácilmente por otra persona. En la siguiente figura se puede observar una de las formas de hacerlo:

Figura 78. Marquilla para verificar la no manipulación de la prueba



Fuente: El Autor.

Esta se puede hacer debajo del niple de tal forma a simple vista no se puede ver que allí esta. Esta recomendación aplica cuando la prueba la hace otra persona (o contratista), diferente a la interesada en hacer las revisiones para garantizar que la instalación no tenga fugas, ya que en muchos caso el que entrega la red no le interesa la calidad de la misma, sino solo avanzar para evitarse la reparación de las fallas que se encuentran.

- ✓ Al pasar el tiempo de ensayo (4 horas) se revisa que la presión en el manómetro no haya bajado más del 2% de la presión inicial, es decir, si la presión inicial es de 150 Psi, esta no debe bajar más de 3 Psi en estas 4 horas. Además de revisar que la marcas del tapón y el niple coincidan. Si es así se aprueba la red del apartamento o vivienda que se ha ensayado.

- ✓ Si la presión baja más de lo permitido es posible que haya fuga por lo que se debe revisar los sectores por donde pasa la instalación en busca de fugas o humedades, especialmente que los tapones hayan quedado bien sellados.

- ✓ Antes de presumir que hay alguna fuga, y si la presión bajo entre 3 y 6 Psi, y además haciendo una buena revisión, no se observa ninguna humedad, podría suponerse que la purga no fue suficiente y que quedo aire en la tubería que ocasiono la baja de presión, por lo tanto se puede ordenar una recarga de agua para llegar nuevamente a los 150 Psi y reiniciar la prueba.
Si La presión no baja ni 2 libras en las siguientes 4 horas, quiere decir que la suposición hecha fue correcta y se da por aprobada la instalación.
Por lo contrario si sigue bajando más de las 3 libras hay una buena probabilidad de que existe una fuga y se debe buscar para hacer los respectivos arreglos.
- ✓ Hay muchas tipos de fugas entre los cuales se pueden describir ejemplos como, tapones sin cinta teflón y con falta de ajuste, uniones fisuradas, tubos con perforaciones o golpes en el momento de la fundida, etc.

Figura 79. Fuga provocada por perforación en tubo



Fuente: El autor

5.1.5.3 Registro. Cada prueba de cada apartamento se debe registrar en el formato CTR-FO-25 (Ver anexo 10), colocando allí la fecha, la hora de inicio, la presión inicial de ensayo la hora y presión final de ensayo. Además si en el caso de que la prueba no fuese aprobada se debe registrar como producto no conforme.

5.1.6 Instalaciones sanitarias- prueba de estanqueidad. Esta prueba está estipulada en el plan de calidad ya que al hacerla (de acuerdo a la NTC 1500), se garantiza que las tuberías sanitarias de cada apartamento o vivienda, no posean filtraciones o fugas que ocasionarían humedades o malos olores.

Las indicaciones que hace la NTC 1500 para esta prueba son:

La prueba de estanqueidad debe ser aplicada a los sistemas de desagüe y ventilación, ya sea en su totalidad o por secciones. Si se aplica a todo el sistema, los puntos abiertos de éste deben estar taponados provisionalmente, excepto el punto más alto y todo el sistema debe ser llenado hasta rebosarlo. Si el sistema se prueba por secciones, cada punto abierto debe estar taponado, provisionalmente, excepto el punto abierto más alto de la sección bajo prueba, y la sección debe ser llenada con agua y sometida a una presión mínima de 3m columna de agua. Al probar secciones máximas de 3,0m, se debe purgar la tubería para evitar la sobrepresión, y se mantendrá el agua en el sistema, o en la sección bajo prueba, por no menos de 15 min. El sistema o la sección deben ser herméticos. ¹³

Esta prueba se debe hacer para todas las instalaciones sanitarias de la vivienda y que luego van a la tubería madre. Por ejemplo en el proyecto se hicieron pruebas tanto para la sanitaria de cocina y ropas, como para los baños, por lo tanto, para

¹³ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS, Código Colombiano de Fontanería. Prueba de Estanqueidad. Bogotá: ICONTEC, 2004.p.55.

cada apartamento se hicieron 2 pruebas, es decir que para todo el proyecto, solo en las torres, se hicieron 480 pruebas de estanqueidad.

- Los materiales o herramientas utilizados para esta prueba son:
 - Flexómetro
 - Tapas provisionales en PVC
 - Manguera

- Para realizar la prueba en conformidad con la norma se pueden seguir las siguientes recomendaciones:
 - ✓ Hay que tener en cuenta que esta prueba se debe hacer preferiblemente antes de comenzar las actividades de mampostería (depende de la configuración de la red y de las fachadas), ya que luego de que se levanten los muros de divisiones de los baños y los buitrones, estas redes podrían quedar tapadas impidiendo así su revisión.
 - ✓ Primero se deben identificar las instalaciones sanitarias que se van a revisar y los bajantes a los que van unidas, en seguida se mostrará fotográficamente ejemplos de redes sanitarias construidas en el proyecto.

Figura 80. Instalaciones sanitarias para baños y cocinas de los apartamentos.



Fuente: El Autor

A la izquierda se puede ver la araña de los baños (así se le llama a la instalación sanitaria en la terminología utilizada en obra) y a la derecha la araña de cocinas.

Figura 81. Bajantes red sanitaria de las torres.

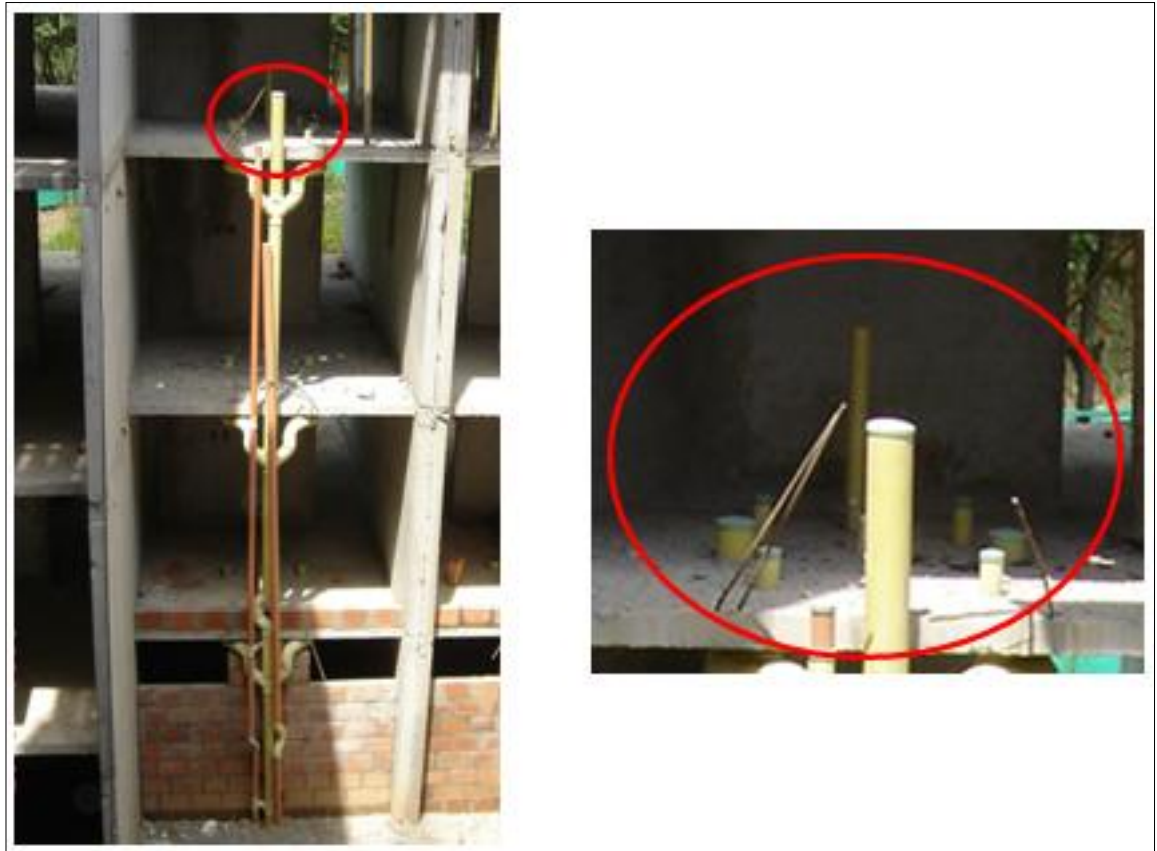


Fuente: El Autor

En estas se puede ver los bajantes de los baños (izquierda) y a los bajantes de la red de las cocinas (derecha).

- ✓ Para probar una araña o sección de un apartamento (ya sea de cocina o baño) se debe colocar un tapón provisional en el extremo inferior del bajante, luego se deben taponar todas las entradas de aguas residuales provisionalmente, pero de tal forma que no vaya a haber filtraciones por los mismos. Esto se debe hacer también en los dos pisos superiores al apartamento que se va a ensayar la sección de red sanitaria, dejando en el tercero la entrada de agua de lavamanos abierta que por lo general es el tubo que más alto queda en las arañas de los baños (Ver figura 82). Para las cocinas se puede dejar abierto el sifón del lavaplatos.

Figura 82. Preparación de la red sanitaria para prueba de estanqueidad.



Fuente: El Autor

En el zoom de la derecha se puede observar los puntos sanitarios con tapones color verde y el bajante con un tapón color negro, al fondo se puede observar el punto del lavamanos el cual no tiene tapón ya que va a servir para verter el agua por ahí.

- ✓ Hecho lo anterior se comienza el llenado de la tubería dejando al comienzo destapado el bajante en la parte inferior para que al momento de verter el agua se vayan llenando las arañas poco a poco y que a su vez el aire que se crea también pueda salir, es decir que no se creen burbujas de aire dentro de la red, Cuando se estén llenando las arañas se taponan y se termina con el llenado hasta que los puntos de arriba se rebosen (esto se puede observar quitando uno de los tapones color verde, (ver figura 83).

- ✓ Cuando se llene la tubería se debe esperar unos 45 minutos para esperar que las bolsas de aire que se crean se vayan disipando haciendo que el nivel baje, por lo tanto se debe seguir agregando agua, (como recomendación adicional y si las condiciones del proyecto lo permiten se aconseja hacer el llenado al finalizar la tarde y dejarla así hasta el otro día, de tal forma que se garantiza que todo el aire a salido y se vuelve a hacer el llenado.
- ✓ Cuando el llenado de la tubería esté listo se puede medir el nivel en uno de los puntos de la red sanitaria del nivel superior de la red que se está probando y se registra en el CTR-FO-26.

Figura 83. Medición del nivel de agua uno de los puntos de la instalación sanitaria



Fuente: El Autor.

Dentro de lo establecido en el plan de calidad de la obra se estipuló que el tiempo mínimo de esta prueba es de 24 horas, por lo que si se revisa el nivel un día en la mañana se debe volver a revisar al otro día a la misma hora. El nivel se debe mantener, con un rango de aceptación de unos 5 milímetros y para más seguridad, cada araña que se prueba se deben revisar sus accesorios en busca de posibles fugas, sobre todo en los pegues de los mismos.

Figura 84. Revisión de los accesorios de la instalación



Fuente: El Autor

Como se había dicho antes el registro se hace en el formato CTR-FO-26 (ver anexo 11), en donde se coloca la fecha, la hora y el nivel inicial del agua en el punto sanitario, y luego la fecha, la hora y el nivel final, que por lo general es un poco mayor, ya que si el agua se baja entonces el nivel, el cual se mide desde la parte superior del tubo, aumentará. Si el aumento es mayor a 0.5cm o 1cm se debe revisar una posible fuga y si se encuentra se debe registrar como un producto no conforme dentro del mismo formato.

5.1.7 Red de gas-prueba de hermeticidad. Esta prueba es una de las más importantes dentro del plan de calidad de cualquier obra, ya que con ella se garantiza que la instalación de gas sea completamente hermética, por lo que no debe presentar ningún tipo de fuga ni desperfecto.

Esta se hace desde la caja de medidores hasta cubrir toda la instalación dentro del apartamento y se realiza bajo la norma NTC 2505.

La norma dice en una de sus instrucciones que, toda instalación para suministro de gas debe someterse a un ensayo de hermeticidad y proporcionar resultados satisfactorios, además basarse en la siguiente tabla:¹⁴

Tabla 23 Presiones para el ensayo de hermeticidad

Presión de operación en la tubería	Presión mínima de ensayo	Tiempo mínimo de ensayo
P ≤ 13.8 kPa (P ≤ 2 psi)	34.5 kPa (5 psi)	15 min.
13.8 kPa < P ≤ 34.5 kPa (2 psi < P ≤ 5 psi)	207 kPa(30 psi)	1 hora
34.5 kPa < P ≤ 138 kPa (5 psi < P ≤ 20 psi)	414 kPa(60 psi)	1 hora

Fuente: Norma NTC 2505.

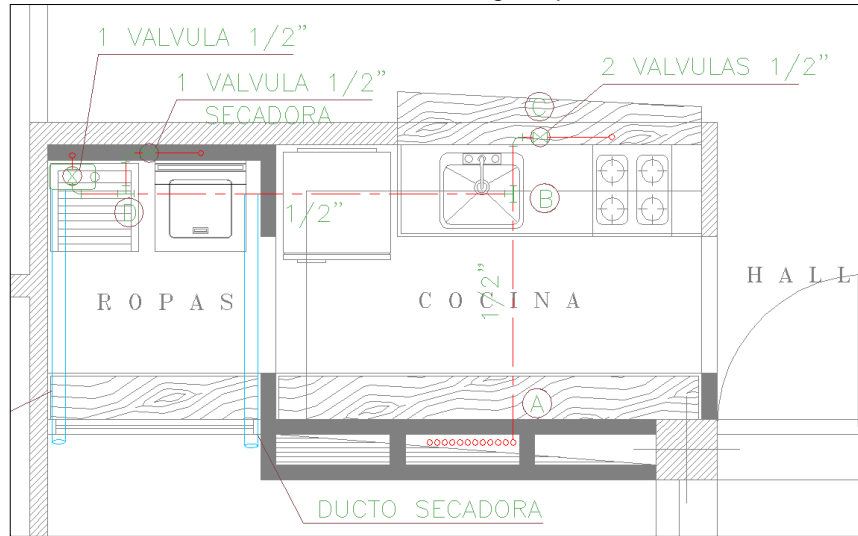
La presión de diseño que se trabajó en estas tuberías es menor a 2 Psi, por lo que, según la tabla 23 la presión mínima de ensayo es de 5 psi y el tiempo que debe durar con esta carga es de mínimo 15 minutos. Con estos datos podemos iniciar un instructivo para realizar la prueba:

- ✓ Una de las actividades previas a la prueba es revisar los planos de la instalación de gas para poder identificar todos los puntos de salida de la instalación y además el diseño de toda la red, al menos desde los medidores y dentro del apartamento.

Los siguientes son los bosquejos de la instalación de gas dentro del apartamento Tipo A

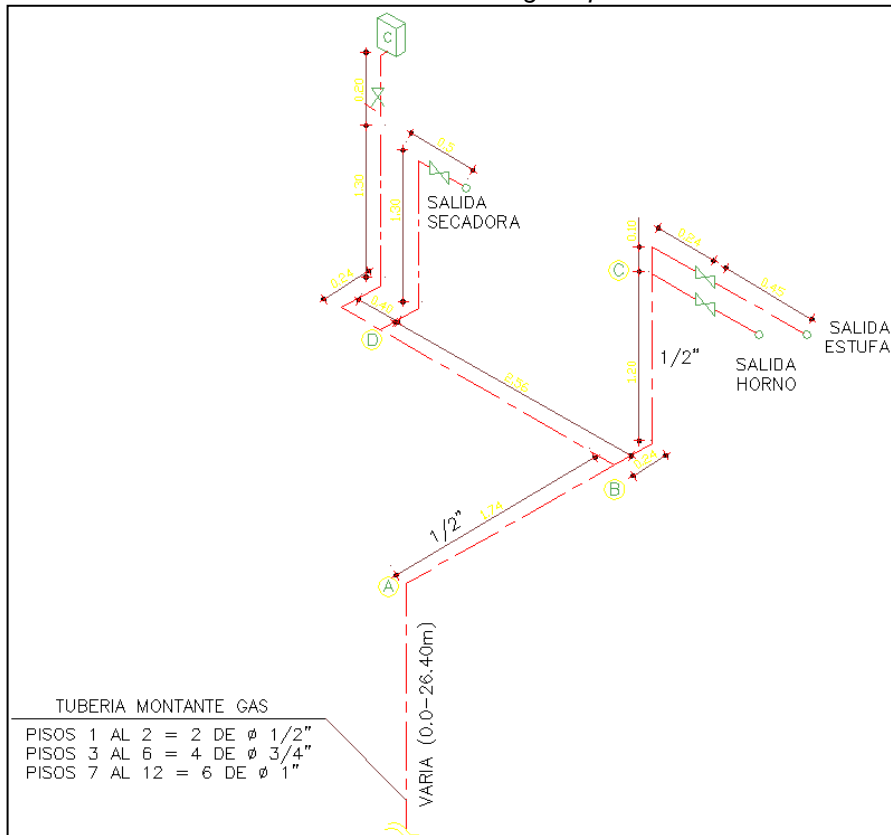
¹⁴ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales y comerciales. Ensayos. Bogotá: ICONTEC, 2001. p30.

Ilustración 85 Planta red de gas apartamento 01



Fuente: Plano GAS-03, OBRA TAYRONA I

Ilustración 86 Isometría red de gas apartamento 01



Fuente: Plano GAS-02, OBRA TAYRONA I

- ✓ Con esto podemos identificar el recorrido de la tubería de gas plenamente y también de las salidas que tiene esta instalación. Y así poder inspeccionar que las válvulas estén abiertas y que las salidas estén debidamente taponadas, para esto se deben utilizar tapones del mismo material y no algún otro material como madera, corcho,..etc.

- ✓ En el momento de hacer la prueba se deben tener los siguientes elementos:
 - Compresor
 - Manómetros, con rango de medida preferiblemente de 0 a 60 Psi.
 - Agua Jabonosa
 - Niples y tapones

- ✓ Se debe comenzar ubicando el compresor cerca del sitio donde va a quedar el medidor que es donde están todos los puntos de entrada a todos los apartamentos junto con las demás herramientas para apertura y cierre de tapones. Se conecta el compresor a las redes a probar y se hace una limpieza de la tubería quitando los tapones en los puntos de salida y dejando pasar aire por la red.

- ✓ Posteriormente se coloca el manómetro (en el proyecto se utilizaron cuatro manómetros) el cual se dispone como se muestra en el gráfico para poder hacer la conexión a la red, en adelante lo llamaremos dispositivo.

Figura 87. Colocación del cabezal de medición a la red de gas.



Fuente: El Autor

- ✓ Se conecta el compresor al dispositivo y se dispone a cargar la red, a la que previamente se verificó que se hayan abierto todas las válvulas y se hallan sellado los tapones (se debe colocar cinta teflón para mejor sellado).
- ✓ Luego se abre la válvula del compresor y la del dispositivo y se carga hasta una presión de 20 psi y se cierra la válvula del dispositivo y luego la del compresor. La presión con la que se ensaya en obra es de mínimo 20 psi ya que luego la empresa de servicios para aprobar las redes hace las pruebas entre 10 y 15 psi.
- ✓ Se hace el registro de la hora y la presión tomada en el formato CTR-FO-24 (Ver anexo 12) y se espera el tiempo mínimo de ensayo que son 15 minutos. Para hacer el registro se recomienda que al revisar el manómetro se ubique la mirada frontalmente para evitar errores en las lecturas.

- ✓ Pasados los 15 minutos se observa el manómetro (frontalmente) y se certifica si la aguja de este disminuyo cierta cantidad. Cabe notar que no se acepta ninguna variabilidad en el estado inicial de la presión por mínima que parezca ya que esto representa una fuga en la instalación de gas.

Figura 88. Verificación de presión en la red



- ✓ Se hace el respectivo registro en el mismo formato de la hora y la presión final. Si la prueba es aprobada se hace esta anotación y se puede proceder a hacer la siguiente prueba, pero si por el contrario, la prueba se rechaza se debe buscar la falla y se coloca en el registro esto como producto no conforme, dentro del mismo formato, dando a conocer el motivo de esta y el tratamiento que se le dio.

En las 240 pruebas que se hicieron (240 apartamentos) se encontró fallas que están relacionadas con fugas causadas por lo siguiente:

- Tapones mal ajustados
- Tapones sin cinta teflón
- Tapones con fisuras
- Codo partido por golpe con algún elemento punzante.
- Válvula en mal estado.

-Tuvo agujerado por taladro a la hora de hacer un anclaje.

Para encontrar este tipo de fugas se carga la tubería a la presión de ensayo y se aplica agua jabonosa en todas las uniones hasta que en algún punto de estos se manifieste la salida de aire. Luego de encontrarla se resuelve el problema y se reinicia la prueba.

5.1.8 Revisión de flexómetros. En cualquier proyecto es importante que los trabajadores, en especial los oficiales y contra maestro cuenten con la herramienta adecuada y de buena calidad para cualquier actividad que se realice.

Entre esta herramienta está en particular el Flexómetro, que es un instrumento de medida muy común y es utilizado en general para todas las actividades de construcción y que en todo tipo de obra el personal desde el administrador, el contra maestro, los oficiales y algunos ayudantes lo llevan consigo utilizándolo a diario.

Por tal motivo es absolutamente necesario que esta herramienta este en buenas condiciones para que las mediciones que se hagan sean lo más precisas posibles, por eso en el plan de calidad de la obra se estableció que se debe hacer una revisión de flexómetros a todo el personal mínimo cada dos meses y registrarse en el CTR-FO-30 (Ver anexo 13) para así llevar un control.

Para hacer esta revisión se hacen las siguientes recomendaciones, a modo personal:

- ✓ En el momento de comenzar a hacer la revisión es necesario tener buena actitud, es decir tomar la revisión de una forma cordial, sin llegar a ser

demasiado permisivo, ya que con una actitud demasiado altiva ya que podría ocasionar choques innecesarios con el trabajador.

- ✓ Lo anterior es debido a que se está tomando una herramienta que le pertenece al trabajador y este podría ofenderse en el momento de tener que retenérselo de no haber aprobado la revisión.
- ✓ Lo mejor es recomendarle y explicarle al personal de la necesidad de poder contar con un Flexómetro en excelente estado y de buena calidad, además de la conciencia de que es su herramienta de trabajo.
- ✓ Se pide el Flexómetro al trabajador explicándole que se solicita para hacer un chequeo de este y se observan las siguientes características:
 - Que la numeración o escala sea clara y visible en toda la longitud de la cinta métrica, ya que por el constante uso este puede presentar desgaste u oxidación, en especial en los primeros 150 centímetros de cinta que son los que más se exponen a los agentes corrosivos y al deterioro.

Figura 89. Revisión de la visibilidad de la escala numérica del flexómetro.



Fuente: El Autor

- Que la cinta métrica no esté partida en algún punto de toda su extensión, caso que no es muy frecuente pero es un motivo para no aprobar el uso del Flexómetro.

Figura 90. Extensión de la cinta métrica.



Fuente: El Autor

- Hechas estas verificaciones de extiende la cinta métrica hasta por lo menos unos 2.50 m y se coloca un visto bueno al reverso de la misma, como se indica en la figura 83.

Figura 9. Marcado de la cinta con el visto bueno.



Fuente: El Autor

Acto seguido se coloca un sello en un de las cara del flexómetro en donde se indica la fecha y la obra en donde se realizó la revisión, luego se toman los datos del trabajador y se consignan en el formato CTR-FO-30, (Ver anexo 13).

Ilustración 92. Colocación del sello de revisado



Fuente: El Autor.

5.1.9 Control de planos. El control de planos en una obra es una responsabilidad grande ya que si se hace de la mejor manera se puede evitar algunos de los siguientes errores:

Desorganización en el manejo de los planos disponibles en el proyecto, inconvenientes a la hora de reconocer las versiones actualizadas de los planos con los que se deben trabajar y perdidas de copias, entre otros.

Antes de todo podemos observar la simbología manejadas en la empresa para los planos.

- ALC (Planos de diseño de alcantarillado bien sea pluvial y/o sanitario)
- AMB (Planos que corresponden al documento de seguimiento ambiental)
- ARQ (Plano arquitectónico de las unidades diseñadas, bien sea apartamentos, casas, cabañas, locales, etc. Y de los detalles arquitectónicos de cada una de ellas)
- COM (Planos que contienen los diseños de las redes de comunicaciones tanto del proyecto en general como de cada una de las unidades diseñadas)
- ELE (Planos eléctricos)
- EST (Planos estructurales)
- GAS (Planos red de gas)
- HID (Planos red hidráulica)

- LTP (Levantamiento topográfico)
- MDT (Planos de movimiento de tierra)
- SAN (Planos de red sanitaria)
- URB (Planos urbanísticos)
- VIA (Planos de diseño vial del proyecto)

A continuación se hacen algunas recomendaciones para este control de los planos dentro de la obra:

Antes de todo se hace una lista de los planos que se manejan en el proyecto con las versiones actualizadas que se deben tener, para el caso del proyecto TAYRONA I, se puede descargar el listado maestro de planos a través del sistema de URBANAS, el cual también hace parte del sistema de gestión de calidad.

En el momento de llegar copias de planos, se revisa uno por uno verificando que el número de copias y la versión indicada en la remisión enviada coincidan, además también se revisa que esto este de igual forma en el listado maestro de planos.

Luego de lo anterior se coloca un plano, de cada tipo que venga, en la planoteca del proyecto la que debe estar en lugar seguro y adecuado para la conservación de los planos. En la siguiente figura se observa el sitio destinado para la conservación de los planos y su respectiva consulta

Figura 10. Planoteca de la obra.



Fuente: El Autor

Se hace entrega de copias de los planos al personal de obra, ya sea el director, residentes o inspectores de obra. También se le debe entregar copias al contratista que lo requiera y guardar las copias que quedan debidamente dobladas en el archivo de planos. Esto se hace llevando un registro en el formato CTR-FO-38 (Ver anexo 14).

Figura 94. Archivo de planos actualizados.



Fuente: El Autor

Cada vez que lleguen planos se debe verificar si dentro de esos hay planos con versiones nuevas de los existentes en obra, si es así se debe cambiar el plano de la planoteca y las copias de los archivos, además de informar al personal de obra y contratistas para que entreguen las copias anteriores y se les hace entrega de la nueva versión. Los planos de versiones anteriores deben ser tomados y en el

cuadro de observaciones se les coloca un sello rojo que diga obsoleto y luego se reenvían para su respectiva eliminación. Es importante estar revisando que el personal de obra y sobre todo los contratistas tengan las versiones actualizadas de los planos con los que estén trabajando, ya que si esto no ocurriera podría traer inconvenientes serios al desarrollo normal de la construcción de la obra.

6. CONCLUSIONES

- Realizar la práctica empresarial en un proyecto de construcción de apartamentos y de obras de urbanismo como lo fue el conjunto residencial TAYRONA I, fue una experiencia muy enriquecedora en todos los aspectos tanto a nivel personal como cognitivo, debido a que el cargo en el que se realizó, se tuvo la oportunidad de participar de manera activa en muchos de los procesos que se requieren para la ejecución de una obra de tal magnitud.
- Con la supervisión y el acompañamiento que se realizó se pudo observar los diferentes métodos para la construcción de elementos estructurales, tanto en sistema túnel como el tradicional, pudiéndose hacer una serie de revisiones que manifestaron en muchas ocasiones deficiencias en algunos de los componentes de estos elementos y que se pudieron remediar de acuerdo a la verificación de las especificaciones técnicas, previamente revisadas, obteniéndose de esta manera un producto de calidad.
- También se pudo hacer un seguimiento a otras actividades que hacen parte también del proceso constructivo, tales como la instalación de las redes de servicios públicos, es decir las redes hidrosanitarias y de gas en donde se desarrolló una serie de controles con miras al cumplimiento de las especificaciones de diseño y la reglamentación específica para este tipo de redes.
- En esta práctica se logró hacer un seguimiento minucioso del concreto que se utilizó en obra, desde el momento de su ingreso a la obra verificando sus características de fluidas, además realizando un muestreo ligado a las directrices del plan de calidad y el análisis de los resultados de ensayos a

compresión, de tal forma que se tuvo tranquilidad en cuanto a que la calidad del material utilizado para la conformación de los elementos estructurales fue alta y que se cumplieron las especificaciones de resistencia dadas por los diseños estructurales.

- Paralelo al control del concreto, también se pudo hacer un control de calidad del acero que ingresó y se utilizó en la obra, enviando las respectivas muestras a ensayos y verificando que los resultados obtenidos superaran los valores mínimos de resistencia definidos por la norma.
- Se logró verificar el estado de los equipos y herramientas de medición haciendo controles periódicos, también se hizo todos los chequeos necesarios, pruebas y ensayos indicados en el plan de calidad de la obra, y que garantizan que tanto los materiales utilizados, los componentes y la mano de obra fue la adecuada en la realización de ciertas actividades.
- Se pudo establecer un escrito en el que se plantean pasos y recomendaciones a la hora de realizar las diferentes, revisiones, chequeos, toma de muestras, ensayos y pruebas establecidos como control de calidad de las múltiples actividades que se desarrollaron en torno a la práctica empresarial y que hacen parte de los procesos constructivos.

BIBLIOGRAFIA

- URBANAS S.A, Manual de calidad V.10. Bucaramanga.2009
- URBANAS S.A, Plan de Calidad de la Obra TAYRONA I. Bucaramanga.2009.
- Jorge C. DÍAZ, Luisa BAUTISTA, Adrián SÁNCHEZ 2, Daniel RUÍZ, Caracterización De Mezclas De Concreto Utilizadas En Sistemas Industrializados De Construcción De Edificaciones, Universidad de los Andes. Colombia.
- LAMINADOS ANDINOS S.A, Ensayos y Control de calidad del Acero para Estructuras de Concreto. Colombia, 2006.
- ICONTEC, Instituto Colombiano De Normas Técnicas. NTC 1500 Código colombiano de fontanería. Suministro y Distribución de Agua. Bogotá. 2004
- ICONTEC, Instituto Colombiano De Normas Técnicas. NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería. Prueba de Estanqueidad. Bogotá. 2004.
- ICONTEC, Instituto Colombiano De Normas Técnicas. NTC 2505. Instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales y comerciales. Ensayos. Bogotá. 2001.
- ICONTEC, Instituto Colombiano De Normas Técnicas. NTC 550 Elaboración y Curado de especímenes de concreto en obra. Bogotá. 2000.

- ICONTEC, Instituto Colombiano De Normas Técnicas. NTC 396 Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. Bogotá. 2000.
- ICONTEC, Instituto Colombiano De Normas Técnicas. NTC 2289 Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto. Bogotá. 2002.
- ICONTEC, Instituto Colombiano De Normas Técnicas. NTC 2 Siderurgia. Ensayo de tracción para materiales metálicos. Método de ensayo a temperatura ambiente. Bogotá. 1995.
- ICONTEC, Instituto Colombiano De Normas Técnicas. NTC 2310 Mallas electrosoldadas de acero, fabricadas con alambre corrugado, para refuerzo de concreto. Bogotá. 2003.
- EUCLID CHEMICAL TOXEMENT, Catalogo de productos. Epotoc L. V 2009-2010.
- <http://www.constructorcivil.org/2010/01/densidad-de-campo-metodo-del-densimetro.html>

ANEXOS

ANEXO C. FORMATO PRODUCTO NO CONFORME EN OBRA-PNC

Proyecto: _____

Hoja _____

No	Fecha	Actividad	Contratista	Ubicación PNC (A)	Reportado por:	Descripción PNC	Acción Tomada (B)	Verificado por

A) 1.Casa 2. Apartamento 3.Torre 4. Lote 5.Otro B) 1. Reproceso 2. Liberación 3. Reparación

Fuente: Plan de calidad Obra Tayrona. Urbanas S.A.

ANEXO D. CUADRO DE DESPERDICIOS CTR-FO-52

Obra: TAYRONA PRIMERA ETAPA - TORRES - PARQUEADEROS - URBANISMO								
Material: CONCRETOS - CEMEX								
FECHA	ESPECIFICACION	DESTINO	TEORICO		REAL		% DESPERDICIO	
			VOLUMEN	ACUMULADO	VOLUMEN	ACUMULADO	ESPECIFICO	ACUMULADO
RESUMEN	CONCRETO 1500 psi 3/4"	LIMPIEZA		133.47		134.00		0.40
RESUMEN	CONCRETO 2500 psi 3/4"	LIMPIEZA		156.72		162.25		3.41
RESUMEN	CONCRETO 3000 PSI 3/4" Y 3/8	CIM. PARQUEADEROS -TORRES- MUROS CONTENCIÓN-CLUB		7032.87		7202.50		2.36
RESUMEN	CONCRETO 3500 PSI 3/8"	CIM. PARQUEADEROS -TORRES- MUROS CONTENCIÓN		393.21		395.25		0.52
RESUMEN	CONCRETO 4000 PSI 3/4" Y 3/8	CIM. PARQUEADEROS -TORRES- MUROS CONTENCIÓN		2807.09		2870.50		2.21
CONTROL DE CONCRETO								
VOLUMEN TOTAL ESPERADO (M ³)			10,800.00		% AVANCE DE CONCRETO		97.44%	
VOLUMEN TEÓRICO EJECUTADO (M ³)			10,523.37		TEÓRICO EJECUTADO/ESPERADO			
VOLUMEN REAL EJECUTADO (M ³)			10,764.50		% DESPERDICIO		2.24%	

ELABORO:

REVISO:

MILLER ANDRES HERNANDES C
AUXILIAR DE CALIDAD EN OBRA

Arq. Daniel Casanova G.
DIRECTOR DE OBRA

Fuente: Plan de calidad Obra Tayrona. Urbanas S.A.

ANEXO F. REPORTE DE DENSIDAD CON CONO DE ARENA. CTR-FO-45

OBRA :	REPORTE No.
LOCALIZACIÓN :	FECHA:
CONTRATISTA :	NORMA DE ENSAYO : ASTM D - 1557
DIRECTOR DE OBRA / PROFESIONAL RESIDENTE :	

DENSIDAD					
Nº	1	2	3	4	5
Absisa					
Cota					
Peso Inicial (g)					
Peso Final (g)					
Peso arena total usada (g)					
Peso arena cono (g)					
Peso arena hueco (g)					
Densidad arena (g/cm ³)					
Volumen hueco (cm ³)					
Peso material extraído (g)					
Peso específico húmedo (g/cm ³)					
Peso específico seco (g/cm ³)					
Peso específico máximo (g/cm ³)					
COMPACTACION %					
ESPECIFICACIÓN MÍNIMO %					
PROCTOR N°					

HUMEDAD					
P1 (g)					
P2 (g)					
P3 (g)					
HUMEDAD (%)					
HUMEDAD ÓPTIMA (%)					

OBSERVACIONES :

LABORATORISTA

DIRO / RESI

Fuente: Plan de calidad Obra Tayrona. Urbanas S.A.

ANEXO L. CONTROL DE REDES DE GAS INTERNAS. (PRUEBAS). CTR-FO-24

OBRA: _____
 CONTRATISTA: _____

DIÑO O RES: _____
 PRESION ESPECIFICADA: _____
 PRESION DE ENSAYO: _____

CASALAJIO	FECHA			INICIO		TERMINA		REVISO	CALIFICACION		PRODUCTO NO CONFORME						
	Día	Mes	Año	Hora	Min	Hora	Min		Aprobada	Rechazada	Ubicación PNC (A)	Descripción PNC	Acción tomada (B)		Verificado por:		
NOTA 1: Presiones para el ensayo de hermeticidad								NOTA 2:				NOTA 3:					
Presión de operación en la tubería		Presión mínima de ensayo		Tiempo mínimo de ensayo		Los manómetros empleados en el ensayo deben ser tales que la presión de ensayo se encuentre entre el 25% y el 75% de su rango de medición, y tenga un grado de precisión D según la norma AB/E B40.100 o una clase de precisión B según la NTC 2293.								A		B	
P <= 13.8 Kps (P <= 2 Ps)		24.5 Kps (5 Ps)		15 minutos										1) Casa		1) Retiro de gas	
														2) Apartamiento		2) Liberación	
																2) Reparación	
NOTA 4: Solo se diligenciará el producto no conforme en los apartamentos donde la prueba de hermeticidad sea rechazada																	

Fuente: Plan de calidad Obra Tayrona. Urbanas S.A.

ANEXO M. LISTADO DE VERIFICACION DE FLEXOMETROS. CTR-FO-30

Proyecto: _____

Hoja _____

No	FECHA	RESPONSABLE	CARGO	MARCA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

NOTA: La verificación de los flexómetros se debe realizar según lo establecido en el Programa de Control de Calidad de la Obra. Ver Anexo 2 del Plan de Calidad CTR-FO-04-A2. Se recomienda realizar esta verificación bimensualmente.

Fuente: Plan de calidad Obra Tayrona. Urbanas S.A.

