

**ASISTENCIA TÉCNICO-ADMINISTRATIVA PARA EL CONTROL DE CALIDAD,  
OBRA PUNTA RUITOQUE “MANUAL PARA LA CORRECTA Y SEGURA  
UTILIZACIÓN DE DENSÍMETROS NUCLEARES PARA EL CONTROL DE  
CALIDAD EN OBRA”**

**RODRIGO RUEDA ROMERO**

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

**2011**

**ASISTENCIA TÉCNICO-ADMINISTRATIVA PARA EL CONTROL DE CALIDAD,  
OBRA PUNTA RUITOQUE “MANUAL PARA LA CORRECTA Y SEGURA  
UTILIZACIÓN DE DENSÍMETROS NUCLEARES PARA EL CONTROL DE  
CALIDAD EN OBRA”**

**RODRIGO RUEDA ROMERO**

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

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADO:**

**ING. HEBENLY CELIS LEGUIZAMO**

Docente de planta Escuela de Ingeniería Civil – UIS

**TUTOR DE LA PRÁCTICA**

**ING. JULIÁN MORA CHÁVEZ**

Jefe departamento de Interventoría – Urbanas S.A

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

**2011**

## DEDICATORIA

*A mis padres,  
Por haberme brindado el apoyo  
Afectivo, psicológico, económico y profesional,  
Buscando siempre lo mejor para mí,  
Algo que sólo los padres pueden hacer.*

*A mis compañeros y amigos,  
Por haber tenido la oportunidad de compartir y aprender de ellos,  
Ya que sin su compañía no hubiera sido posible  
Atravesar los momentos difíciles  
Y celebrar los momentos de suma alegría y satisfacción.*

*A mi abuelo,  
por ser un ejemplo de vida lleno de carácter y entereza,  
Necesarios para alcanzar grandes logros.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia por haberme acompañado durante todo este proceso de formación profesional, por haber recibido siempre un apoyo incondicional.

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander por haberme dejado ser parte del Alma Mater, por brindarme una educación superior de calidad no sin ser ajena a la situación del país, por ofrecerme quizá el mejor entorno para enfrentarse a la vida profesional, por haberme exigido más de lo que creía que podría dar, a los profesores de la escuela de Ingeniería Civil por haber sido excelentes guías en mi desarrollo como futuro profesional, por haber sido ese apoyo científico incondicional e invaluable.

Agradezco a Urbanas S.A por haberme ofrecido la oportunidad de trabajar junto a ellos, por todas las experiencias y conocimientos adquiridos “in-situ”, por haber sido un hogar dónde antes de ser profesional me pude desempeñar como tal y por haberme ampliado el panorama desde una perspectiva más práctica y constructiva.

Agradezco a todos los profesionales con los cuales he trabajado, ya que de ellos he aprendido infinidad de consejos útiles en la vida diaria y profesional, por haberme dado la oportunidad de trabajar con ellos y fortalecer mis conocimientos como Ingeniero Civil.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	16
2.	INFORMACIÓN DE LA EMPRESA .....	19
2.1	GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	19
2.2	RESEÑA HISTÓRICA.....	19
2.3	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL .....	20
2.4	MISIÓN.....	21
2.5	VISIÓN .....	21
2.6	OBJETIVOS DE CALIDAD.....	22
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: PUNTA RUITOQUE.....	23
3.1	DESCRIPCIÓN URBANISMO PUNTA RUITOQUE .....	23
3.2	ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO.....	26
3.2.1	Movimiento de Tierra.....	26
3.2.2	Alcantarillado de Aguas Residuales.....	26
3.2.3	Alcantarillado de Aguas Lluvia.....	27
3.2.4	Acueducto.....	27
3.2.5	Vías y Andenes .....	28
3.2.6	Red eléctrica y de Comunicaciones.....	28
3.2.7	Red de Gas Natural.....	29
3.2.8	Equipamiento Comunal .....	29
4.	PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DEL S.G.C. PARA EL PROYECTO PUNTA RUITOQUE .....	30
4.1	INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD. ....	30
4.2	PLAN DE CALIDAD DE LA OBRA .....	32
4.3	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL CARGO .....	33
4.3.1	Generalidades .....	33
4.3.2	Perfil del Cargo .....	33
4.3.3	Habilidades .....	33
4.3.4	Funciones y responsabilidades.....	34

4.4	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO AUXO .....	35
4.4.1	CONTROL Y SEGUIMIENTO.....	36
4.4.1.1	Control Planos en Obra.....	36
4.4.1.2	Control Diario de Densidades .....	37
4.4.1.3	Control de Ejecución de Obra.....	38
4.4.1.4	Control de resistencia de concretos .....	38
4.4.1.5	Elaboración de Informes.....	39
4.4.2	ENSAYOS Y PRUEBAS.....	39
4.4.2.1	Verificación de flexómetros.....	39
4.4.2.2	Verificación y ajuste de instrumentos de topografía .....	40
4.4.2.3	Calibración de Manómetros .....	41
4.4.2.4	Pruebas de Presión Hidráulica.....	41
4.4.3	MEDICIÓN Y REGISTRO.....	42
5.	MANUAL PARA UTILIZACION DEL DENSÍMETRO NUCLEAR (APORTE PERSONAL).....	44
5.1	GENERALIDADES .....	44
5.1.1	¿Cómo funciona el densímetro nuclear?.....	45
5.1.2	Ventajas y desventajas del densímetro nuclear. ....	46
5.2	RADIACIÓN PRODUCIDA POR EL DENSÍMETRO.....	47
5.2.1	Concepto de radiaciones ionizantes .....	47
5.2.2	Efectos Biológicos de la radiación. ....	48
5.2.3	Medición y Unidades de la radiación.....	50
5.2.3.1	Exposición.....	50
5.2.3.2	Dosis.....	50
5.2.3.3	Dosis efectiva.....	50
5.2.3.4	Tasa de dosis efectiva .....	51
5.2.4	Tasa de dosis máxima permitida: .....	52
5.3	INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL. ....	53
5.3.1	Parámetros de seguridad .....	53

5.3.1.1	Distancia .....	53
5.3.1.2	Tiempo.....	54
5.3.1.3	Blindaje .....	54
5.3.2	Medidor de radiación Geiger Müller. ....	54
5.3.3	Dosimetría.....	55
5.4	DISPOSICIONES GENERALES. ....	56
5.4.1	Tipos de señalización. ....	56
5.4.1.1	Señalización del Bulto (Densímetro y embalaje): .....	56
5.4.1.2	Señalización del Vehículo de Transporte .....	59
5.4.2	Bunker de almacenamiento. ....	60
5.4.3	Transporte del densímetro nuclear. ....	60
5.4.3.1	Cálculo del Índice de Transporte (IT) .....	61
5.4.4	Procedimiento seguro de ejecución de ensayos. ....	63
5.4.5	Procedimiento en caso de emergencia o accidentes.....	65
5.4.5.1	Definiciones de emergencia.....	65
5.4.5.2	El plan de emergencia.....	66
5.4.5.3	Casos de emergencias radiológicas .....	67
5.4.5.4	Procedimiento por pérdida del densímetro nuclear. ....	68
5.4.5.5	Procedimiento por pérdida de fuentes radioactivas: .....	68
5.4.6	NIVELES DE REFERENCIA.....	69
5.4.6.1	Nivel de registro .....	70
5.4.6.2	Nivel de investigación.....	70
5.4.6.3	Nivel de intervención .....	70
5.4.6.4	Condiciones de servicio.....	70
5.4.7	CLASIFICACIÓN DE ZONAS.....	71
5.4.7.1	Zona controlada .....	71
5.4.7.2	Zona supervisada.....	71
5.4.8	MANEJO DE FUENTES EN DESUSO .....	72

5.4.8.1	Definiciones.....	72
5.4.8.2	Generalidades.....	73
5.4.8.3	Procedimientos para el desecho de fuentes en desuso.....	74
5.5	LEGISLACIÓN VIGENTE.....	75
5.5.1	Resoluciones aplicables. ....	75
5.5.2	Capacitación del personal – Carnet de protección radiológica.....	75
5.5.3	Licencia Manejo Fuentes Radiactivas – Ingeominas.....	76
5.5.3.1	Requisitos para otorgar la licencia de de manejo de material radiactivo .....	76
6.	CALCULO DEL NÚMERO DE ENSAYOS NECESARIOS.....	77
6.1	Criterios.....	77
6.2	Número ensayos para vías. ....	80
6.3	Número de ensayos para lotes.....	81
7.	CONCLUSIONES.....	82
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	84

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 - Vista Aérea del proyecto	23
Figura 2 - Planta principal del proyecto	24
Figura 3 - Cuadro de Áreas Urbanismo Punta Ruitoque	25
Figura 4 – Resumen NTC 1500	41
Figura 5 – Prueba de presión hidráulica	42
Figura 6 – Calibración de manómetros	42
Figura 7 – El densímetro Nuclear	45
Figura 8 – Transmisión directa.	46
Figura 9 – Medición de humedad.	46
Figura 10 – El espectro electromagnético.	48
Figura 11 – Factor de ponderación en Órganos Humanos	49
Figura 12 – Factor de ponderación $W_r$ , tipo de radiación	51
Figura 12.1 – Tasa de dosis efectiva máxima anual por la ICRP	52
Figura 13 – Esquema gráfico del comportamiento de las radiaciones.	53
Figura 14 – Medidor Geiger Müller Nuevo	55
Figura 15 – Medidor Geiger Müller Calibrado	55
Figura 16 – Dosímetro de película fotográfica	56
Figura 17 – Señalización de Radiactividad Bulto	57
Figura 18 – Señalización del tipo del Bulto	57
Figura 19 – Identificación del Bulto	58
Figura 20 – Señalización Final Bulto	58
Figura 21 – Señalización Radiactividad Vehículo.	59
Figura 22 - Señalización Requerida por la ONU.	59
Figura 23 – Señalización Vehículo 1.	60
Figura 24 – Señalización Vehículo 2.	60
Figura 25 – Medición para Calcular el Índice de Transporte.	62
Figura 26 – Instructivo para el cálculo del índice de transporte.	62

Figura 27 – Demarcación de la zona de ensayo.	64
Figura 28 – Aviso a trabajadores del ensayo.	64
Figura 29 – Medición de radiación del ensayo	
Jefe de protección con dosímetro.	64
Figura 30 – Conteo Estándar.	65
Figura 31 – Introducción de Parámetros.	65
Figura 32 – Kit de protección radiológica.	66
Figura 33 – Pinzas, conos y cinta de peligro	66
Figura 34 - Esquema para el aviso de una emergencia radiológica	67
Figura 35 – Daño del densímetro y fuga de Cesio-137.	69
Figura 36 – Señalización Zona controlada.	72
Figura 37 – Señalización Zona supervisada.	72
Figura 38 – Gráfica de la precipitación para el área Metropolitana de Bucaramanga	79

## ANEXOS

Anexo 0	HOJA DE CÁLCULO PARA NÚMERO DE ENSAYOS	87
Anexo 1	CTR-FO-04 PLAN DE CALIDAD	88
	CTR-FO-04-A1 PLAN DE CALIDAD Anexo 1	94
	CTR-FO-04-A2 PLAN DE CALIDAD Anexo 2	96
Anexo 2	DIS-FO-07 CONTROL DISTRIBUCIÓN PLANOS	96
	CTR-FO-38 CONTROL ENTREGA PLANOS EN OBRA	99
Anexo 3	CTR-FO-45 DENSIDAD DE CAMPO CONO-ARENA	100
	CTR-FO-16 REPORTE DENISDADES DE CAMPO	101
Anexo 4	CTR-FO-69 CONTROL DE EJECUCION Y RECIBO DE OBRA	102
Anexo 5	CTR-FO-31 ENVÍO DE MUESTRAS A ENSAYO	103
Anexo 6	INFORME DE CALIDAD.	104
Anexo 7	CTR-FO-30 LISTADO VERIFICACIÓN FLEXOMETROS	105
	CTR-FO-71 VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE APARATOS TOPOGRÁFICOS	106
	CTR-FO-XX VERIFICACIÓN DE MANÓMETROS	107
	CTR-FO-25 CONTROL REDES HIDRAULICAS INTERNAS	108
Anexo 8	FORMATO DE INSCRIPCIÓN AL EXAMEN PARA OPTAR EL CARNÉ DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.	109
Anexo 9	CONTENIDO TEMÁTICO DEL MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.	110
Anexo 10	FORMATO DE SOLICITUD DE LICENCIA DE MANEJO DE MATERIAL RADIATIVO.	112
Anexo 11	REQUISITOS PARA OTORGAR LA LICENCIA DE MANEJO DE MATERIAL RADIATIVO.	115

## RESUMEN

**TÍTULO:** ASISTENCIA TÉCNICO-ADMINISTRATIVA PARA EL CONTROL DE CALIDAD OBRA PUNTA RUITOQUE “MANUAL PARA LA CORRECTA Y SEGURA UTILIZACIÓN DE DENSÍMETROS NUCLEARES PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN OBRA”\*

**AUTOR:** RODRIGO RUEDA ROMERO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Sistema de gestión de calidad, Urbanismo, Densímetro, nuclear, densímetro nuclear, salud ocupacional, seguridad industrial, Compactación de suelos, rellenos.

### DESCRIPCIÓN:

El presente proyecto describe la práctica empresarial realizada en URBANAS S.A. bajo el cargo de Auxiliar de Calidad en Obra para el proyecto Punta Ruitoque y como aporte se ofrece un manual de operaciones para el uso del densímetro nuclear.

En los primeros capítulos se ofrece una breve descripción de la empresa tales como misión, visión y reseña histórica continuamente se describen todos los aspectos técnico-administrativos del proyecto como su ubicación, fases, y especificaciones técnicas de construcción, una vez delimitado el proyecto se explican todas las funciones desarrolladas como auxiliar de calidad desde los controles y el seguimiento pasando por las verificaciones de equipos y la ejecución de ensayos hasta la documentación de productos no conformes y acciones de mejora.

A partir del quinto capítulo se recopila y consigna toda la información referente al manual para la utilización del densímetro, realizando en primera instancia una introducción a la física nuclear y a los mecanismos de operación del mismo planteando un marco teórico para medir las radiaciones y determinar su influencia en la salud humana, posteriormente se explican los equipos de protección radiológica obligatorios para la manipulación del densímetro y se resumen las principales disposiciones generales tanto de operación como de transporte, almacenamiento y señalización.

Finalmente se hace una breve compilación de toda la normatividad trata durante el desarrollo del manual y se establecen una serie de pasos para incentivar a las empresas que estén pensando en adquirir un densímetro nuclear lo hagan de manera rápida y legal.

---

(\*) Proyecto de grado. Modalidad práctica empresarial

(\*\*) Facultad de Ingeniería Físico-Mecánica. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. Hebenly Celis Leguizamo. Tutor: Ing. Julián Mora Chávez

## ABSTRACT

**TITLE:** TECHNICAL-ADMINISTRATIVE ASSISTANCE FOR THE QUALITY CONTROL IN THE PUNTA RUITOQUE'S PROJECT "OPERATION MANUAL FOR THE CORRECT AND SECURE USE OF NUCLEAR DENSIMETER DURING THE QUALITY CONTROL"\*

**AUTHOR:** RODRIGO RUEDA ROMERO

**KEYWORDS:** Quality control, Urbanism, Nuclear densimeter, Soil density, Occupational Health , Safety, Environment

### DESCRIPTION:

This Project is aimed to describe the business practice done in URBANAS S.A. in charge of the Punta Ruitoque's project quality control and as a result it'll be given an operation manual for the use of nuclear densimeters.

In the first chapters of this project a brief description will be drawn towards the company including its vision, main objectives and history, technical and administrative aspects of the project regarding its location, project phases, and construction specifications. Next it'll be explained all the all the responsibilities and functions developed as the project's quality control auxiliary such as control and processes tracking passing through equipment verifications and materials tests and finally documenting the non approved issues and improvement action courses.

From the fifth chapter, all the information regarding the use of the nuclear densimeter will be consigned giving an introduction to nuclear physics and operational mechanisms of the densimeter itself setting all the knowledge base to understand the concepts of radiations, and how they affect worker's health, later on it'll be mentioned all the radiological protection equipments mandatory for the manipulation of the nuclear densimeter and will be summarized all the basic dispositions for the safe and secure manipulation of such, including transport, storage and signalization.

Finally it'll be a slight compilation of all the normative and laws documented during the manual and will be settled all the steps to obtain the densimeter's licenses this is done to encourage the companies to acquire the densimeter in a quickly and legal way.

---

(\*) Project Grade. Business practice modality.

(\*\*) Physical-Mechanical Engineering Facility. Civil Engineering College. Director: Ing. Hebenly Celis Leguizamo. Tutor: Ing. Julián Mora Chávez

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La ingeniería civil es una de las disciplinas que más interviene con el entorno, el medio ambiente y sus habitantes, es una ingeniería que está a la disposición de la población civil y por lo tanto recae en ella una enorme responsabilidad social, dentro tantos campos de acción de la ingeniería civil que ayudan al hombre para subsistir se encuentra la más tradicional de todas, la cual es el suministro de vivienda y edificaciones para la población, en dicho proceso se encuentran las obras de urbanismo que van conjuntas con los lineamientos de los departamentos de planeación de cada municipio o ciudad, si bien dichas obras son poco comunes dentro del campo de acción visible y directa por el ingeniero civil, consiste en uno de los proyectos más importantes los cuales son los responsables de cumplir con todo el suministro de servicios públicos básicos para la vida en comunidad con lo es la potabilización de agua ó el consumo energía eléctrica, sin hablar de la importancia de las obras de saneamiento básico.

Para la consecución de dichas obras fundamentales es necesario el empleo de movimiento de tierras y la modificación del suelo para instalar todas las redes de suministro necesarias, durante este proceso constructivo es de vital importancia ejercer un estricto control de calidad para evitar futuros daños en las redes de servicios, como es bien sabido cualquier daño a las redes no sólo comprometen la disponibilidad de servicios ó representarían una emergencia sanitaria y de salud pública (en el caso de alcantarillados) sino que significan un coste alto de reparación, en la mayoría de casos es preferible no escatimar costos de control para evitar así futuras reparaciones, esta ha sido una de las políticas de Urbanas S.A., para garantizar que sus productos cumplan con todos requerimientos técnicos y superen todas las expectativas de sus clientes.

El empleo del control de calidad en obras de urbanismo es bastante extenso debido a la cantidad de ensayos que se deben realizar, siendo el ensayo de

proctor modificado y humedad del suelo el más numeroso dentro de los ensayos programados exaltando aún más su importancia a la hora de ejercer el control de calidad, dichos ensayos se realizan por medio de densímetros los cuales son equipos sofisticados que requieren personal calificado para su operación, este personal está en condición de otorgar un concepto técnico ante algún percance o eventualidad si no se llegase a cumplir con las especificaciones de compactación.

Dada la magnitud de los ensayos de densidad, existen falencias a la hora de determinar el número necesario de los mismos para programarlos dentro del plan de calidad, estas falencias se deben en gran parte a factores medio ambientales dónde en épocas de lluvias o en invierno se dificulta la labor del movimiento de tierras y consigo el número de ensayos de densidad realizados se dispersa y se ajusta de mejor forma a las condiciones de saturación del suelo, es evidente la necesidad de reestructurar la forma en que se programan los ensayos teniendo en cuenta diversos factores como el clima y el área de compactación.

A su vez la operación de densímetros nucleares requiere de una serie de permisos de operación especiales y licencias otorgadas por el Ministerio de Minas y Energías y está sujeto a una normatividad claramente establecida, en muchas ocasiones dichos trámites dejan al densímetro nuclear legalmente inoperable a la espera de las renovaciones de licencias, dicho tiempo de stand-by es perjudicial para las obras de urbanismo dónde se deben mejorar los rendimientos en épocas de verano y trabajar con el suelo bajo niveles mínimos de saturación.

## **Objetivo general**

- ✓ Colaborar como Auxiliar de Ingeniería para cumplir a cabalidad los lineamientos del plan de control de calidad para materiales, maquinaria, equipos, control y seguimiento de la obra Punta Ruitoque.
- ✓ Como aporte se realizará un manual para el uso de densímetro nuclear como parte del sistema de gestión de calidad en obras de movimientos de tierra.

## **Objetivos específicos:**

- ✓ Desempeñar un excelente papel como Auxiliar de Calidad en Obra llevando controles de avance y ejecución de obra, verificando la calidad de los materiales y equipos que ingresan y se utilizan en la obra como de los servicios contratados, entregando un informe quincenal de todas las actividades asignadas.
- ✓ Consignar de forma clara y concisa a manera de manual de operación, todos los conceptos de seguridad industrial y salud ocupacional implicados en el empleo de densímetros nucleares dentro de cualquier obra.
- ✓ Identificar los pasos para la certificación del personal idóneo en la manipulación del densímetro nuclear y los trámites de licencia del mismo.
- ✓ Establecer una guía para prever dentro del plan de calidad, el número de ensayos de densidad necesarios en una obra de urbanismo, con base en diferentes normativas y la posibilidad de incrementarse debido a factores meteorológicos.

## 2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

### 2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

**NOMBRE:** Urbanizadora David Puyana URBANAS S.A

**DIRECCIÓN:** Calle 30 # 22-240 Av. El Campestre, Cañaveral

**TELEFONOS:** 6387466                      **FAX:** 6389400

### 2.2 RESEÑA HISTÓRICA.

En el año 1932 el señor Alejandro Puyana Martínez, reactivo como urbanista en compañía de hermanos y cuñados la firma sucesores de David Puyana S.A., una de las más antiguas sociedades anónimas fundadas en Santander, Colombia. Sus primeras construcciones fueron partes de las vías principales de la capital del departamento “Bucaramanga” y la urbanización del barrio Puyana, en los años 30 y 40’s se asocio para desarrollar el barrio Sotomayor.

A partir de 1946 se dio a la administración de la compañía por parte de Don Armando Puyana Puyana, quien inicio la construcción de la calle 42 con servicios de alcantarillado, acueducto y sardineles.

En el año 1949 con los activos y pasivos de la firma Sucesores de David Puyana S.A., y los mismos socios se constituyó Urbanizadora David Puyana S.A. (URBANAS), quien desde ese momento y por varias décadas hasta el día de hoy ha liderado importantes proyectos de desarrollo urbanístico y arquitectónico en Bucaramanga y su Área Metropolitana.

En la última década se han desarrollado proyectos modernos de gran impacto y contribución al desarrollo, dentro de estos podemos citar: En terrenos de la

antigua “Cabecera del Llano” se desarrollo en 1995 el conjunto residencial Casa Hacienda con 53 apartamentos con las mejores especificaciones y zonas comunes.

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 y en 1998 se construyeron 140 viviendas en el conjunto denominado Álamos Parque.

Finalmente Urbanas tiene el gran proyecto internacional de “Ruitoque” que incluye Club de Golf, Tenis, Squash, Hípica Recreativa y Club Náutico, conectado con la autopista Bucaramanga-Piedecuesta, 3 Kms delante de Floridablanca por una magnifica carretera, y en el se desarrolla una de las mejores urbanizaciones de Sudamérica. El proyecto ofrece varias alternativas dentro de las cuales se encuentran cabañas, casas y lotes.

### **2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL**

URBANAS S.A. es una empresa, que diseña, construye y comercializa edificaciones, conjuntos y obras de urbanismo cumpliendo con todos los estándares de calidad para la satisfacción del cliente.

Principales Proyectos:

URBANAS S.A. realiza la construcción de torres de apartamentos y conjuntos residenciales en sectores importantes del área metropolitana de Bucaramanga y actualmente en la ciudad de Bogotá. En Bucaramanga se pueden encontrar obras en Cabecera de Llano (Hacienda Mayor, Casa de Don David, Casa Puyana, La

Cabecera), Sotomayor, y en Cañaveral (Iroka, Arawak, Tayrona, Tamacá, FOSUNAB) entre otras.

En Ruitoque Condominio se realizan los proyectos de urbanismo: La Pradera, Buenavista, Aldea Comercial, Valle de Rocas y el proyecto donde se realiza actualmente la práctica empresarial; Punta Ruitoque

URBANAS S.A. incursiona en la capital del país con el proyecto Cedro Verde ubicado en un sector de gran desarrollo económico y comercial de Bogotá.

## **2.4 MISIÓN**

Urbanas S.A basa su modelo de negocio en el desarrollo de ciudades a mediano y largo plazo a través del ofrecimiento de una diversa gama de productos urbanísticos, inmobiliarios e institucionales, destacados por su confort y funcionalidad. Para ello, garantiza la calidad en su proceso constructivo, ofrece generosos espacios y servicios complementarios en todos sus proyectos y brinda un excelente servicio posventa, buscando siempre la mas alta valorización de la inversión hecha por nuestros clientes.

## **2.5 VISIÓN**

Al 2020 URBANAS S.A estará consolidada como una de las cinco primeras empresas constructoras más rentables en el país y abrirá mercados en América Latina; desarrollará importantes proyectos a través de alianzas estratégicas, potencializará sus habilidades gerenciales, accederá a nuevos mecanismos de financiación y especializará sus productos para lograr gran impacto urbanístico en sus zonas de influencia.

## **2.6 OBJETIVOS DE CALIDAD**

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

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: PUNTA RUITOQUE

#### 3.1 DESCRIPCIÓN URBANISMO PUNTA RUITOQUE

**Figura 1** - Vista Aérea del proyecto



*Fuente: [www.urbanasconstructura.com](http://www.urbanasconstructura.com)*

#### **Descripción del objeto de la Obra:**

Urbanismo.

Desarrollo urbanístico para el conjunto residencial Punta Ruitoque, conformado por 68 lotes individuales para casas de conjunto número 1 y 71 lotes individuales para casas de conjunto número 2. Los cuales incluyen construcción de andenes,

zonas verdes, vías, cerramientos, alcantarillado, obras eléctricas e hidráulicas, portería y zona social.

**Ubicación:**

El proyecto está localizado de la siguiente manera:

NORTE: Escarpe norte de la Mesa de Ruitoque

SUR: Conjunto residencial Colinas del Viento

ORIENTE: Quebrada el Roncador

OCCIDENTE: Vía de acceso al proyecto

**Figura 2** - Planta principal del proyecto



*Fuente: Autor*

**Estrato Objetivo: 6**

**Fecha de inicio del Proyecto:** 1 de Junio de 2010

**Fecha de entrega del Proyecto:** 1 Agosto de 2011

**Número de Lotes:** 139

Lotes dotados con todos los servicios públicos (agua potable, alcantarillado, gas, eléctrico y comunicaciones) con linderos demarcados con mojones.

**Descripción Obras de Urbanismo Interno:**

Consiste en la realización del movimiento de tierra de las vías interiores de los conjuntos, construcción de redes principales de alcantarillado de aguas negras y aguas lluvias, acueducto, red de gas, red de comunicaciones, red eléctrica, sardineles, andenes, vías interiores, cerramiento, zona social y portería.

**Figura 3 - Cuadro de Áreas Urbanismo Punta Ruitoque**

<b>TIPO DE ÁREA</b>	<b>Valor (m<sup>2</sup>)</b>
<b>BRUTA</b>	<b>186.869,17m<sup>2</sup></b>
AFECTIONS Aislamiento por escorrentía y áreas de sesión	26.469,04m <sup>2</sup>
<b>NETA URBANIZABLE</b>	<b>160.400.13m<sup>2</sup></b>
Zonas Verdes, Zonas Comunes y portería	21.594,94m <sup>2</sup>
Salón Social, piscina y subestación eléctrica	22.951,89m <sup>2</sup>
Vías Vehiculares	6.024,44m <sup>2</sup>
Andenes	8.799,91m <sup>2</sup>
<b>VENDIBLE</b>	<b>115.093,94m<sup>2</sup></b>

*Fuente: Urbanas S.A*

## **3.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO**

### **3.2.1 Movimiento de Tierra.**

Se efectuará únicamente el movimiento de tierra de las vías interiores de los conjuntos dejando las áreas privadas de los lotes descapotadas

Los linderos de los lotes individuales se entregan demarcados con mojones. Las zonas comunes de los lotes para casas se entregan con la vegetación existente

### **3.2.2 Alcantarillado de Aguas Residuales.**

El sistema de alcantarillado de aguas residuales se entrega construido desde las redes de Ruitoque E.S.P. hasta la caja domiciliaria de cada uno de los lotes. Las instalaciones sanitarias construidas al interior del predio deben ser separadas de las aguas lluvias, se entrega la domiciliaria para cada lote en tuberías de 6" hasta una caja ubicada en la parte anterior o posterior de cada lote según la topografía. Se construye la red principal en tubería PVC (NOVALOC y NOVAFORT) de diámetro igual o superior a 8", asentados en una capa de gravilla y rellenos en tierra debidamente compactados, pozos de inspección de diámetro interno 1.20m y externo de 1.80m con cilindro en mampostería, base y cañuela en concreto, corona y tapa en concreto.

El sistema de aguas residuales contará con un tanque de contingencia y una estación de bombeo que llevarán las aguas negras hasta el Emisario Lirios de Ruitoque E.S.P., que pasa por la vía de acceso a la Mesa de Ruitoque.

### **3.2.3 Alcantarillado de Aguas Lluvia**

Se construye la red con descole a los causes naturales existentes en tubería sanitaria de diámetro igual o superior a 10" y canales en concreto según los requerimientos de diseño, rellenos en tierra, sumideros laterales y transversales en concreto y rejilla metálica, pozos de inspección de diámetro 1.20m interno y 1.80m de diámetro externo con cilindro en mampostería, base y cañuela en concreto, corona y tapa en concreto. Las domiciliarias se construyen en tubería de 6", las cuales conectan las cajas de 0.60x0.60m que se encuentran en cada uno de los lotes.

Se entrega la acometida para cada lote hasta una caja ubicada en la parte anterior o posterior de cada uno de los lotes, según la topografía.

Los propietarios deben cancelar a Ruitoque E.S.P. los derechos de conexión de alcantarillado respectivos. Los sifones de las terrazas de las casas se deben conectar al alcantarillado de aguas lluvia

### **3.2.4 Acueducto**

Urbanas S.A. ejecutará la red de acueducto de acuerdo al diseño hidráulico aprobado. Esta red se construye en tubería PVC Unión mecánica; la acometida del conjunto con medidor de control, hidrante contra incendio, tanque de agua subterráneo en concreto y equipo hidroneumático de presión constante con todos sus accesorios de instalación para su funcionamiento. La red de acueducto hasta la caja del contador de cada vivienda, se entrega con registro de corte, el propietario debe solicitar la instalación del medidor ante la empresa de servicios públicos cuando vaya a conectar su vivienda.

La red hidráulica principal del conjunto se construye con tubería de presión PVC y unión mecánica biaxial de diámetros de 2", 2 ½", 3" y 4" pulgadas con válvulas tipo compuerta de 2", 3" y 4".

La acometida de los conjuntos cuentan con Medidor de Control de Hidrante contra incendios con salida de 2½" y 4½", ubicado en las inmediaciones de la portería, tanque de almacenamiento subterráneo en concreto y equipo de presión constante con todos los accesorios para su funcionamiento instalado.

El tanque de almacenamiento tiene capacidad para 123m<sup>3</sup> y posee cuatro bombas hidroneumáticas. Cada una con un manómetro de presión, tanque hidroneumático, válvula de cheque y compuerta de paso directo, todos estos tramos de tubería están en acero galvanizado y a la vista.

### **3.2.5 Vías y Andenes**

Los andenes se construyen en concreto de 2500 psi (17.5 Mpa) de 7 cm de espesor. En la zona de lotes para casas se provee de sardinales tipo ruitoqueño en concreto de 3000 psi (21 Mpa)

Todas las vías del conjunto serán construidas en losas de pavicrete MR-36 (Módulo de rotura: 36 Kg/cm<sup>2</sup>) de 12 cm de espesor y juntas de dilatación transversal cada 3.5m y longitudinal cada 3.0m aproximadamente.

Las juntas de dilatación serán tratadas con los productos *SikaRod* de Sika y *Vulkem 116* de Toxement.

### **3.2.6 Red eléctrica y de Comunicaciones**

Se entregará la subestación eléctrica con su acometida en media tensión (34,5 kV) subterránea desde las redes de Ruitoque E.S.P. y las acometidas parciales en baja tensión (13,2 kV) hasta una caja compartida entre 2 lotes ubicados en el andén. Las redes de baja tensión en ducto, caja y cableado.

Las redes de comunicaciones subterráneas en ducto, caja y cable multipar desde el armario general de portería hasta los tableros de distribución parciales, ubicados en diferentes sitios del conjunto, la ductería de este armario hasta cada

predio con caja compartida por dos lotes ubicados en el andén. Los propietarios deben hacer sus instalaciones desde estos tableros de distribución hasta sus viviendas para el sistema de citofonía y de línea telefónica.

Los conjuntos se entregarán con una planta telefónica en portería prevista para atender el sistema de citofonía de todos los propietarios. El conjunto se entregará con planta eléctrica de emergencia y alumbrado comunal de vías internas de los conjuntos. El propietario debe solicitar ante Ruitoque E.S.P. la aprobación del diseño de la instalación eléctrica interna de su vivienda y cancelar ante esta entidad los derechos de conexión y su respectivo medidor.

### **3.2.7 Red de Gas Natural**

Urbanas S.A. entregará el anillo interior de distribución de gas de los conjuntos con un tapón a la entrada de cada lote. Los propietarios deberán cancelar ante Metro gas S.A. E.S.P los respectivos derechos de conexión y la acometida individual

### **3.2.8 Equipamiento Comunal**

Los dos conjuntos cerrados que conforman el condominio Punta Ruitoque, comparten las redes exteriores de servicios públicos, entrada principal desde la vía de acceso de la Mesa de Ruitoque, portería principal y oficina de administración con baño, área social común compuesta por Mirador y club condominio que contiene: Áreas de llegada, salón restaurante, sala V.I.P., zona húmeda para hombres y para mujeres, terraza cubierta sobre el área de la piscina, piscina tipo resort con zona infantil y jacuzzi, áreas de asoleamiento y canchas deportivas, cuenta además con salas de juego y gimnasio que se entrega dotado. Cerramiento general.

## **4. PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DEL S.G.C. PARA EL PROYECTO PUNTA RUITOQUE**

### **4.1 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD.**

Un sistema de gestión de calidad (SGC) consiste en un conjunto de elementos que interactúan entre sí para gestionar, controlar, dirigir y establecer los objetivos y las metas propuestas por las empresas con respecto a la satisfacción y el cumplimiento de las necesidades de los clientes.

Los SGC poseen amplios sectores de aplicación en las empresas bien sea a los procedimientos, los procesos o los recursos de la misma y comprenden un ciclo repetitivo de medición y mejora dónde el mismo sistema adquiere madurez cuando se ha implementado correctamente y pasa a ser parte de la vida diaria y el quehacer de los trabajadores y empleados asegurando así los objetivos propuestos y permitiendo trazar nuevos horizontes acorde a las crecientes y sofisticadas demandas de los clientes.

Existe una vasta y compleja normatividad acerca de la calidad, desde 1987 la ISO publicó la serie de normas 9000 que rápidamente se convertirían en un estándar en los mercados globales, a continuación se presenta un breve resumen de cada norma:

- **ISO 9000:2000 – Fundamentos y Vocabulario**

Es una introducción a todas las normas principales acerca del control de calidad, permite un rápido y fácil acceso a todas las definiciones y procedimientos del sistema.

- **ISO 9001:2000 – Requisitos del SGC**

En esta norma se pueden encontrar todos los lineamientos y pasos obligatorios para todo sistema de gestión de calidad, tales como:

- ✓ Control de documentos
- ✓ Control de registros
- ✓ Control de producto no conforme
- ✓ Acciones correctivas
- ✓ Acciones preventivas
- ✓ Auditorías Internas

- **ISO 9004:2000 – Directrices para la Mejora del desempeño del SGC**

Es una norma cuyo objeto tiene la implementación de directrices que asegurarán el mejoramiento y el desempeño total de la organización.

- **ISO 19011:2004 – Directrices para las Auditorías de Calidad**

Es una norma que proporciona orientación y fundamentos acerca de la conducción de auditorías en los sistemas de gestión de calidad y ambientales, tanto internas y externas en relación a las calificaciones de auditores y sistemas auditados.

## **4.2 PLAN DE CALIDAD DE LA OBRA**

Cumpliendo con los requerimientos establecidos por la familia de normas ISO 9000, se genera dentro del sistema de gestión de calidad (SGC) de la obra, una estructura documental, la cual se establece como el documento principal para el desarrollo de todas las actividades constructivas del proyecto: EL PLAN DE CALIDAD

EL PLAN DE CALIDAD del proceso constructivo de la obra se basa en el formato CTR-FO-04 (Ver Anexo 1) dónde allí se consiga información básica de la obra tales como el alcance del proyecto, las fechas de entrega, la organización administrativa del mismo, los productos a entregar con su respectivo control de calidad e interventoría, las actividades básicas de control tales como las reuniones de los comité de obra, comité de gerencia y control de costos dónde también se establecen sus respectivas frecuencias, los programas de trabajo y los procedimientos para la aprobación de cambios de diseño, dicho documento consta de 19 subcapítulos dónde se recopila toda la información necesaria para garantizar un excelente seguimiento al SGC.

En el formato CTR-FO-04-A1 (Anexo 1) llamado “Actividades de Construcción” se planifican para cada tipo de proceso o actividad constructiva su control de calidad respectivo soportado por documentos de referencia y especificaciones de la actividad dejando como evidencia del control el registro en los diferentes formatos internos propios del SGC.

El formato CTR-FO-04-A2 (Anexo 1) denominado “Control de Calidad en Obra” se establecen con claridad qué tipo de ensayo y con qué frecuencia se deben realizar los mismos para asegurar la calidad de la actividad constructiva, a su vez se referencian las normas técnicas, la ubicación y los laboratorios que rigen cada ensayo para realizarlas bajo los estándares especificados.

## 4.3 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL CARGO

### 4.3.1 Generalidades

<b>Nombre del cargo:</b>	Auxiliar de Calidad en Obra
<b>Departamento:</b>	Interventoría
<b>Jefe Inmediato:</b>	Interventor
<b>Sigla del cargo:</b>	AUXO
<b>Cargos Supervisados:</b>	Ninguno

### 4.3.2 Perfil del Cargo

Estudiante de último nivel de Ingeniería Civil con o sin experiencia laboral previa.

### 4.3.3 Habilidades

El practicante deberá evidenciar las siguientes habilidades para el completo desarrollo de su trabajo en obra:

- ✓ Comunicación efectiva
- ✓ Actitud de servicio
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Liderazgo
- ✓ Espíritu emprendedor
- ✓ Habilidad para resolver problemas
- ✓ Creatividad en Innovación
- ✓ Sociabilidad
- ✓ Atención al detalle

#### **4.3.4 Funciones y responsabilidades**

El auxiliar de calidad en obra (AUXO) estará a cargo de:

1. Preparar la documentación y realizar el control de actividades correspondientes al SGC en obra periódicamente, tales como: mantenimiento de equipos y maquinaria externa e interna, legalización de las modificaciones de cambios en los diseños realizados, formatos de control y ejecución en obra, productos no conformes respecto a contratistas y proveedores, recibo de obra, ensayos de densidades y control de flexómetros.
2. Verificar el cumplimiento de los procedimientos
3. Verificar los certificados de calidad de materiales de construcción tales como: cemento, ladrillos, acero: (mallas y varillas) tubería eléctrica e hidrosanitaria.
4. Revisar los certificados de calibración de equipos y elementos de medición en obra (flexómetros).
5. Realizar el control de ingreso y salida de planos y la verificación de especificaciones.
6. Diligenciar los registros periódicos de los informes de ensayos realizados.
7. Realizar el control de ingreso del personal de los contratistas a la obra.
8. Participar en el plan de seguridad industrial de la obra.
9. Participar y ejecutar las actividades necesarias para el cumplimiento del Sistema de Gestión de la Calidad establecido en la empresa y responder por las actividades que le fueron asignadas en los procedimientos, guías o instructivos establecidos.
10. Liderar actividades tendientes al cumplimiento de la misión, visión, principios y valores organizacionales.
11. Desarrollar cualquier otra responsabilidad que le sea asignada por su jefe inmediato.

#### **4.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO AUXO**

Dado que el auxiliar de calidad en obra pertenece al departamento de interventoría ésta idiosincrasia y jerarquía en el proyecto le permiten tomar decisiones acerca del correcto proceder de las actividades constructivas dónde si se ven transgredidos los criterios básicos que aseguran la calidad puede avisar a sus superiores para la toma de acciones ya sean inmediatas como la suspensión de la actividad o acciones correctivas cuando éstas no se hayan detectado a tiempo.

Dentro del SGC éstas anomalías se conocen como “Productos No Conformes” (PNC), el auxiliar de calidad debe documentar y llevar registro de todo PNC que se presente en la obra bien sea de carácter leve, como lo sería un ensayo de densidad que no cumpla con las especificaciones del 95% de compactación, o de carácter severo, como la instalación de una tubería con diámetro incorrecto, todo este registro se hace con el fin de determinar las acciones preventivas o correctivas para superar estos PNC y que no se vuelvan a presentar.

Si bien el AUXO ejerce un control sobre el procedimiento de las actividades constructivas, es de carácter obligatorio cerciorarse de la calidad de los elementos empleados en la obra, no sólo solicitando certificados de calidad sino realizando pruebas a estos mismos, algunos ejemplos de este ejercicio se puede ver en el control de calidad a concretos, aceros, ladrillos de mampostería, tubería NOCAFORT y NOVALOC para alcantarillado, tubería PVC presión para acueducto y demás insumos y materiales de construcción.

En el ejercicio del cargo, el AUXO siempre cuenta con instrumentos de medición calibrados los cuales utiliza para comparar los instrumentos que se usan diariamente en la obra, es por eso que puede y debe verificar la coherencia de las mediciones realizadas por diversos equipos in-situ.

Posteriormente el Auxiliar de Calidad en Obra debe realizar todas las pruebas y ensayos que sean necesarios al producto final, que es en última instancia el que validará todo el control ejercido previamente y asegurará la satisfacción del cliente.

Para finalizar las actividades del AUXO se pueden agrupar en tres grandes ramas, Control y Seguimiento los cuales se llevan a cabo todo el tiempo, Ensayos y pruebas que son de carácter único y exclusivo del auxiliar de calidad, y Medición y registro dónde se mencionan las certificaciones de los equipos empleados en la obra.

#### **4.4.1 CONTROL Y SEGUIMIENTO**

##### **4.4.1.1 Control Planos en Obra**

La importancia del control y seguimiento de planos en obra radica en que todas las personas inherentes al proyecto bien sean maestros, supervisores, operarios, contratistas e ingenieros deben manejar el mismo lenguaje y éste se hace a través de los planos aprobados por el departamento de planeación de URBANAS S.A con ésta metodología se evitan confusiones y posibles modificaciones realizadas in-situ que contrastarían con la información revelada en los planos.

El control se lleva en 3 instancias:

1. Listado Maestro de Planos: consiste en una base de datos que se encuentra en la Web donde se puede verificar la versión de los planos vigentes y la cantidad que deben circular por la obra.
2. FORMATO CONTROL DISTRIBUCIÓN DE PLANOS (DIS-FO-07) Anexo 2: Es un formato de distribución enviado por planeación a cada obra cuando se envían copias de planos o nuevas versiones, éstos planos vienen firmados y aprobados, es labor del AUXO entregarlos y recopilar los planos anteriores (cuando hay cambio de versión) y marcarlos como obsoletos.

3. CONTROL DE ENTREGA DE PLANOS EN OBRA (CTR-FO-38) Anexo 2:  
Una vez recibidos los planos se lleva el control de cuales personas se le entregarán copia de los mismos, siempre debe existir una copia en campamento y las demás se entregarán acorde a las funciones de los contratistas, es un buen control a la hora de decomisar planos obsoletos o cuando algún contratista termina sus labores recoger el plano y quedar a paz y salvo.

#### **4.4.1.2 Control Diario de Densidades**

Este control es único de las obras de urbanismo y surge de la necesidad de estar más pendiente de las actividades realizadas por los contratistas de movimientos de tierra, o rellenos de excavaciones pues, debido a las oleadas invernales se altera el ritmo de trabajo y en varias ocasiones se necesita del concepto de un ingeniero especialista al que se le entrega la información necesaria mediante el control diario de densidades.

Existen 2 formatos para llevar el control, cuando se realizan los ensayos por Cono de Arena, por densímetros eléctricos o nucleares, respectivamente (Ver Anexo 3):

- CTR-FO-45 DENSIDAD DE CAMPO CONO-ARENA
- CTR-FO-16 REPORTE DENISDADES DE CAMPO

Sin importar que método se utilice en estos formatos se lleva registro de la fecha, ubicación, # capa y cota del ensayo, así como sus resultados en términos de densidad seca, densidad húmeda, % de humedad, % de compactación\*, humedad óptima y el tipo de suelo con su respectivo valor del proctor, la realización del ensayo y la consignación de estos datos son hechas por el laboratorista y son revisadas por el AUXO.

#### **4.4.1.3 Control de Ejecución de Obra**

Como su nombre lo dice es el control que gobierna todas las actividades constructivas del proyecto, se basa en el formato CTR-FO-69 (Ver Anexo 4) en el cual existen todos los parámetros y criterios de verificación que conciernen a cada tipo de actividad, por ejemplo para las excavaciones se debe verificar el replanteo y nivelación topográfica inicial, la nivelación final a la cota y la conformación de los taludes, si bien la labor del AUXO es entregar éste formato a los supervisores más no diligenciarlos, no está demás saber los criterios y exigirlos en los recorridos de la obra.

#### **4.4.1.4 Control de resistencia de concretos**

A pesar de que el empleo de concreto en las obras de urbanismo no conlleva grandes cantidades se realiza un control para el concreto producido in-situ que conforman las bases de los pozos de inspección y de los muros de contención los cuales poseen una resistencia mínima establecida en los planos de diseño, este control se lleva en 2 etapas:

##### **✓ Elaboración y curado de cilindros de concreto**

Este proceso se lleva a cabo siguiendo los lineamientos de la norma NTC 550, en resumen se poseen moldes cilíndricos de 15cm de diámetro y 30cm de alto, la prueba se realiza en una superficie plana, vertiendo el concreto preparado en 3 porciones y en cada porción se dan 25 golpes con la varilla compactadora (varilla de acero lisa diámetro #5 bombeada en la punta) y de ser necesario con el martillo de caucho para vibrarlo, finalmente se enraza la muestra y se llevan al tanque de curado

#### ✓ **Envío de muestras a ensayo**

Una vez transcurridos 7 días de la toma de la muestra, se envía un par para realizar el ensayo esperando un 75% de la resistencia especificada, finalmente a los 28 días se envía otro par de muestras del elemento para saber su resistencia final, en total se toman 6 muestras por elemento, dejando un último par de testigo por si los ensayos realizados no evidencian la resistencia deseada. Finalmente se lleva la evidencia en el REGISTRO CONTROL DIARIO DE CONCRETOS CTR-FO-31 (Ver Anexo 5)

#### **4.4.1.5 Elaboración de Informes**

Es obligatoria la elaboración del informe de calidad quincenal y mensualmente, en algunas ocasiones semanalmente cuando el director de obra lo exija, el informe consiste básicamente en una descripción de las actividades realizadas durante ese período, y anexo un cuadro de programación dónde se evidencian los indicadores de avance de obra los cuales servirán para evaluar la obra acorde a los índices de construcción, programación y calidad. (Ver Anexo 6)

### **4.4.2 ENSAYOS Y PRUEBAS**

#### **4.4.2.1 Verificación de flexómetros**

El flexómetro es quizá el instrumento de medición utilizado con más frecuencia en la obra y también uno de los más abundantes ya que lo poseen oficiales, maestros, contratistas, supervisores, ingenieros e inclusive personal administrativo.

La verificación del flexómetro se lleva a cabo mediante inspección visual dónde el AUXO determinará la fidelidad de las medidas que se tomen con el flexómetro en cuestión pudiéndose distinguir claramente las divisiones de los milímetros de la regla hasta los primeros cincuenta centímetros (50cms)

De ser positiva la revisión se realiza una marca de revisado por detrás de la cinta métrica a partir del metro y medio (1.5m), se coloca un adhesivo al flexómetro con la etiqueta “Revisado y Aprobado” acompañado del mes en que se realizó la misma, dado el caso que un flexómetro no se encuentre en condiciones óptimas el AUXO está en capacidad de decomisar el instrumento, sin importar el resultado de la verificación ésta se registra en el LISTADO DE VERIFICACIÓN DE FLEXÓMETROS CTR-FO-30 (Ver Anexo 7), la prueba se realiza cada 2 meses según lo estipulado en el plan de calidad sin embargo es bueno llevar un control constante en los recorridos de obra.

#### **4.4.2.2 Verificación y ajuste de instrumentos de topografía**

Esta verificación es bimensual y se realiza a las estaciones, teodolitos, nivel y mira de todos los equipos propios de Urbanas S.A. como de los demás contratistas.

Para estación y teodolito se realiza el chequeo por cierre de poligonal y ángulo de cierre dónde se le pide a la comisión topográfica la realización de una poligonal cuadrada de 15m de lado, una vez conformada el AUXO verificará la lectura en ángulo del instrumento del delta 4 al delta 1 y ésta será de 90°00'00” también se medirá con cinta la distancia, para el nivel y la mira se hace el verificación tomando 3 puntos, todo esto se lleva en el formato VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE INSTRUMENTOS DE TOPOGRAFÍA CTR-FO-71. Anexo 7

#### 4.4.2.3 Calibración de Manómetros

La calibración de manómetros se realiza cada vez que se vayan a realizar pruebas de presión hidráulica o de gas, para los manómetros de presión hidráulica se conforma la denominada “flauta” que consiste en adaptar el manómetro patrón de Urbanas S.A. en serie con los demás manómetros a emplear mediante tubería galvanizada, se bombea agua a través de la bomba de presión y se registran los resultados de todos los manómetros con respecto al patrón. Actualmente no existe algún modo de llevar este registro, pero se realizó uno denominado VERIFICACIÓN DE MANOMETROS que se puede ver en el Anexo 7 y encuentra en proceso de aprobación.

#### 4.4.2.4 Pruebas de Presión Hidráulica

Las pruebas de presión en el caso de obras de urbanismo se realizan para los tramos de tubería de acueducto instalado, la prueba consiste en “purgar” la tubería para eliminar el contenido de aire y luego mediante la bomba de presión introducir agua a la misma, al final de la bomba y al inicio de la tubería se encuentra un manómetro debidamente calibrado el cual indicará la presión a la cual se encuentra toda la tubería.

La norma que rige el ensayo es la NTC 1500, que se resume a continuación:

**Figura 4 – Resumen NTC 1500**

ITEM	CRITERIO
Presión mínima de ensayo	145 PSI
Tiempo mínimo de ensayo	2 horas
Tiempo recomendado de ensayo	4 horas
Tolerancia permitida	Variación de presión del 2% al

	finalizar la prueba (con respecto a la presión inicial)
Manómetro recomendado	Rango: 0 – 200 PSI Sensibilidad: 5 psi

*Fuente: NTC 1500*

Las pruebas son supervisadas y aprobadas por el AUXO, llevando el registro en CONTROL REDES HIDRAULICAS INTERNAS CTR-FO-25 - Anexo 7

**Figura 5** – Prueba de presión hidráulica



*Fuente: CTR-IN-03, Urbanas S.A., 2007*

**Figura 6** – Calibración de manómetros



*Fuente: CTR-IN-03, Urbanas S.A., 2007*

#### **4.4.3 MEDICIÓN Y REGISTRO**

En este ámbito es donde el Auxiliar de Calidad en Obra solicita a diversas empresas y proveedores los diferentes certificados de calibración, por ejemplo:

- Manómetro patrón
- Equipos de topografía (Estación y Teodolito)
- Tubería PVC Novafort y Novaloc
- Accesorios PVC Novafort (Silla Yee, reducciones, codos)
- Tubería PVC presión RDE 9 y 21
- Accesorios tubería PVC presión (Tees, Codos, uniones, tapones soldados, válvulas, collarines, niples)
- Tubería eléctrica Gerfor
- Certificado de calidad de aceros con marca y lote.

## 5. MANUAL PARA UTILIZACION DEL DENSÍMETRO NUCLEAR (APORTE PERSONAL)

En las obras de urbanismo es común realizar un gran número de ensayos de densidades diarias que permitan dar claridad a los ingenieros y contratistas la calidad de los rellenos que se efectúan, en un solo día se pueden presentar simultáneamente varios frentes de trabajo donde se rellena a paso firme si las condiciones del clima lo permiten, dichos frentes pueden ser terraplenes, bases, subbases y subrasantes de vías, rellenos de excavaciones de alcantarillados, rellenos de zanjas de acueductos y corredores de servicios, en fin casi cualquier tipo de suelo en el proyecto es susceptible de compactación, es por esto que el empleo del densímetro nuclear representa la solución idónea para satisfacer todas las necesidades de control de calidad a un ritmo de trabajo adecuado. A continuación se presenta un manual realizado por el autor como guía para quien necesita utilizar este método.

### 5.1 GENERALIDADES

**Marca:** Troxler      **Modelo:** 3440      **Peso:** 13.2 Kg

**Precisión:**

-para densidad en 2000 Kg/m<sup>3</sup>: +/- 1.7 Kg/m<sup>3</sup>

-para humedad 250 Kg/m<sup>3</sup>: +/- 2.5 Kg/m<sup>3</sup>

**Certificación:** Normas ASTM D2922, D3017, D2950, C1040

**Fuentes radioactivas:** Cesio- 137 (emisión rayos Gamma) y Americio – 241 (emisión de neutrones)

**Usos:** Medición de densidad para cualquier tipo de muestra, y humedad en suelos.

**Figura 7 – El densímetro Nuclear**



*Fuente: Autor*

### **5.1.1 ¿Cómo funciona el densímetro nuclear?**

El densímetro posee dos fuentes radiológicas en su interior, cada una de ellas está encargada de una función diferente, el Cesio permite determinar la densidad del suelo mientras que el Americio se encarga de la Humedad, a continuación se explican ambos procesos en detalle:

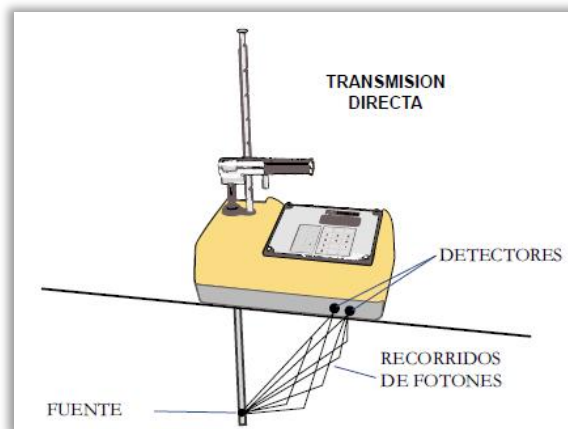
- **Obtención de la densidad:**

El densímetro posee un vástago que desciende en la muestra de suelo a la profundidad deseada con un máximo de 30cm, en la punta del vástago se encuentra el isótopo Cesio-137 doblemente encapsulado el cual emite radiaciones gamma a los detectores que se encuentran dentro del densímetro, para llegar a los detectores, los fotones gamma deben primero pasar a través del material, donde chocan con los electrones allí presentes. Una alta densidad del material supone un alto número de choques correspondientes, lo que reduce el número de fotones que llegan a los detectores. En resumen, mientras menor sea el número de fotones que alcancen a los detectores, mayor será la densidad del material, este procedimiento se conoce como transmisión directa.

- **Obtención de la humedad:**

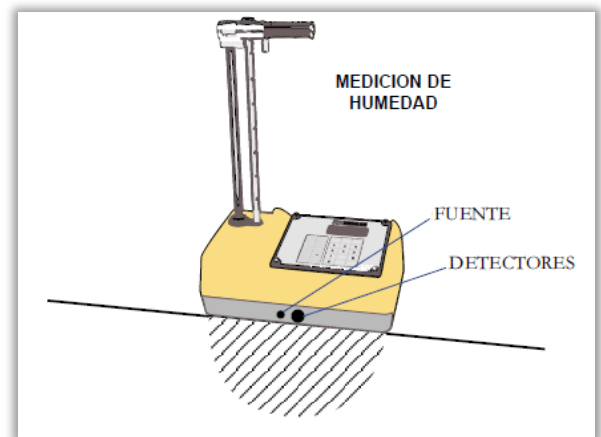
El americio es la otra fuente radiológica presente en el densímetro y ésta se encuentra dentro del mismo, emite radiación de neutrones las cuales chocan con los átomos de hidrógeno presentes en la muestra de suelo, este procedimiento, donde la fuente se encuentra blindada y encapsulada internamente se conoce como ensayo no destructivo.

**Figura 8** – Transmisión directa.



*Fuente: Manual Troxler 3440*

**Figura 9** – Medición de humedad.



*Fuente: Manual Troxler 3440*

### 5.1.2 Ventajas y desventajas del densímetro nuclear.

- ✓ Toma muestras de una forma fácil y rápida (en tan sólo 15 segundos).
- ✓ Ofrece altísima precisión debido a su funcionamiento nuclear.
- ✓ Posee una vida útil superior a 15 años, con costos de operación casi nulos.
- ✓ Sirve para analizar cualquier tipo de muestra bien sea suelos, concretos o asfaltos manteniendo la misma precisión.
- ✓ Pueden presentar riesgos a la salud humana si no se operan adecuadamente.
- ✓ Están regidos por una clara normatividad acerca de la capacitación de operarios y seguridad industrial.

## 5.2 RADIACIÓN PRODUCIDA POR EL DENSÍMETRO.

### 5.2.1 Concepto de radiaciones ionizantes

Para lograr un profundo entendimiento del concepto de radiaciones ionizantes es necesario precisar de antemano ciertas definiciones:

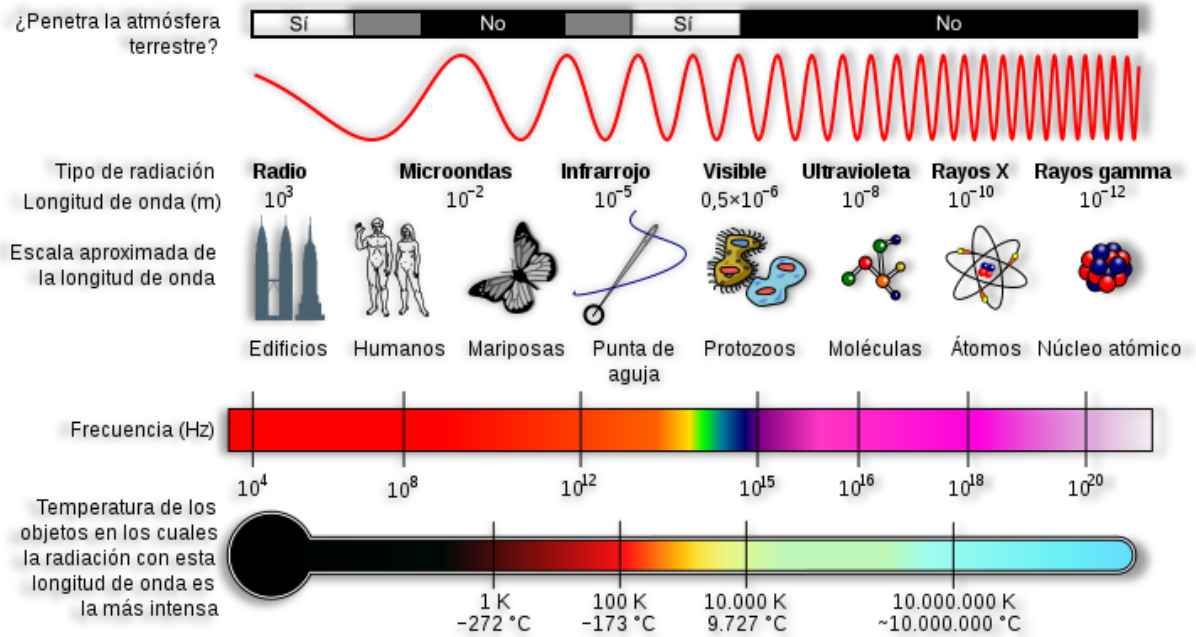
- **Radiación:** Es la emisión y propagación de energía que atraviesa un espacio o una sustancia ya sea en forma de ondas o de partículas.
- **Radiactividad:** Es el proceso por medio del cual ciertos átomos o elementos inestables tales como las fuentes presentes en el densímetro sufren desintegración o descomposición espontánea, en un intento de lograr un estado nuclear más equilibrado.
- **Ionización:** Es el proceso físico mediante el cual se producen iones, estos son átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutro.

Finalmente para llegar a la definición de:

- **Radiaciones Ionizantes:** Constituyen radiaciones cuyas partículas transportan suficiente energía para provocar la ionización de átomos.

En términos de longitud de onda y frecuencia es aquel tipo de propagación de energía cuya longitud de onda es menor a  $1\text{E}-8$  m y frecuencias superiores a  $1\text{E}17$  hz, esto incluye emisión de rayos X,  $\alpha$ -Alfa,  $\beta$ -Beta,  $\gamma$ -Gamma y Neutrones.

**Figura 10 – El espectro electromagnético.**



*Fuente: Wikipedia.org*

### 5.2.2 Efectos Biológicos de la radiación.

Los efectos biológicos de la radiación actúan a nivel celular y sus síntomas sólo fueron percibidos después de altas exposiciones, se pueden clasificar en 2 tipos: Somáticos y Genéticos.

**Efectos somáticos:** se dividen a su vez en 2 grupos.

**Determinísticos:** Consisten en la pérdida de la función de algún órgano o tejido debido a dosis de radiación recibida mayores a umbrales establecidos por estudios médicos y entidades dedicadas a la protección radiológica, a continuación se puede visualizar el factor de distribución de las radiaciones a los órganos y tejidos humanos.

**Figura 11** – Factor de ponderación en Órganos Humanos

Tejido u órgano	Factor de Ponderación del Tejido $W_T$
Gónadas	0.2
Médula ósea (roja)	0.12
Colon	0.12
Pulmón	0.12
Estómago	0.12
Vejiga	0.05
Mama	0.05
Hígado	0.05
Esófago	0.05
Tiroides	0.05
Piel	0.01
Superficie ósea	0.01
Resto	0.05

*Fuente: Manual de protección radiológica, Ingeominas p.32*

**Estocásticos:** conducen al cáncer o inclusive la muerte, dónde la acumulación de radiación es la causante de cambios en la estructura interna de las células por lo cual no existe umbral o parámetro que ayude a determinar cuál fue la cantidad de radiación que produjo la enfermedad.

**Efectos genéticos:** las radiaciones ionizantes más energéticas son capaces de alterar el ADN de las células del cuerpo humano, dicho cambio puede no ser notorio en la persona, pero sí en generaciones futuras que presentasen malformaciones congénitas.

### **5.2.3 Medición y Unidades de la radiación.**

Existen 3 tipos de medición de la radiación:

#### **5.2.3.1 Exposición**

Se refiere a medidas de ionización que provocan la radiación en el aire su medida es el Roentgen.

Roentgen: Cantidad de radiación que produce una carga eléctrica en un kilogramos de aire a temperatura y presión normales.

$$1 \text{ R} = 2.58 \cdot 10^{-4} \text{ Coulomb/Kg}$$

#### **5.2.3.2 Dosis**

Es la cantidad de energía absorbida por un tejido y su unidad es el Rad.  
, a diferencia del Roentgen, el Rad no está restringido por el aire.

Rad: unidad especial de dosis absorbida que es igual al depósito de 100 ergios (0.1 Joule) de energía por un gramo de tejido (0.001Kg).

$$1 \text{ Rad: } 0.01 \text{ J/Kg}$$

#### **5.2.3.3 Dosis efectiva**

Consiste en valorar los efectos de la radiación en los tejidos humanos dependiendo del tipo de radiación que emite por medio del factor de ponderación  $W_r$  (adimensional), su unidad es el Rem

$$1 \text{ Rem: } 1 \text{ Rad} \cdot W_r$$

**Figura 12 – Factor de ponderación  $W_R$ , tipo de radiación**

**VALORES INDICADOS PARA  $W_R$**

Tipo e Intervalo de Energía de la Radiación	Factor de Ponderación de la Radiación $W_R$
Fotones de todas las energías	1
Electrones y muones de todas las energías	1
Neutrones con energía:	
< 10 KeV	5
10 KeV a 100 KeV	10
> 100 KeV a 2 MeV	20
> 2 MeV a 20 MeV	10
> 20 MeV	5
Protones de energía mayor a 2 MeV	5
Partículas alfa, fragmentos de fisión y núcleos pesados	20

*Fuente: Manual protección radiológica – Ingeominas p.31*

$W_R = 1$ , para todas las radiaciones emitidas por el densímetro nuclear.

#### **5.2.3.4 Tasa de dosis efectiva**

Cuando se habla de tasa se hace referencia a la cantidad significativa sobre una unidad de tiempo, su unidad es Rem/hr o Sievert/hora, finalmente todos los instrumentos de medición tanto de tasa como de dosis se realizan en Sieverts ó Sieverts por hora.

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ Rem}$$

$$1 \text{ mSv/Hr} = 0.1 \text{ Rem/Hr}$$

#### 5.2.4 Tasa de dosis máxima permitida:

A continuación se presentan las tasas dosis máximas establecidas por el ICRP (Comisión Internacional de protección radiológica)

**Figura 12.1** – Tasa de dosis efectiva máxima anual por la ICRP

**Tabla-I LIMITES RECOMENDADOS POR LA ICRP 60**

Aplicación	Ocupacional	Público
Dosis Efectiva	20 mSv por año Promediado sobre un período de 5 años.(*)	1 mSv por año (**)
Dosis equivalente anual		
Cristalino del ojo	150 mSv/a	15 mSv/a
Piel	500 mSv/a	50 mSv/a
Extremidades	500 mSv/a	50 mSv/a

(\*) Con la condición adicional de no sobrepasar 50 mSv en un solo año

(\*\*) En circunstancias especiales una dosis efectiva de 5mSv en un solo año, siempre que la dosis media en 5 años consecutivos no sea superior a 1 mSv por año.

*Fuente: Manual protección radiológica – Ingeominas p.45*

Para trabajo ocupacional con el densímetro nuclear la tasa de dosis máxima es de: 20mSv/año, sin embargo para disposiciones de ejecuciones de ensayos las mediciones de radiación a 3m de la fuente no deben superar los 7.5µSv/h

## 5.3 INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

### 5.3.1 Parámetros de seguridad

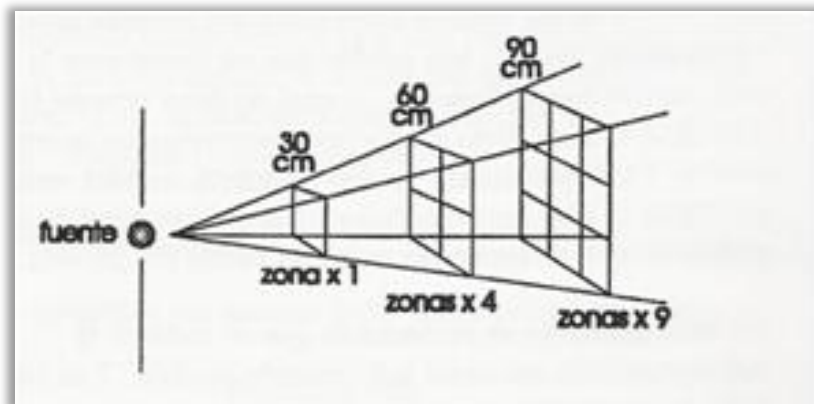
A la hora de emplear densímetros nucleares o cualquier otro equipo que emita radiaciones (equipos médicos, rayos X, etc) existen 3 conceptos claves para operarlos de manera segura, a saber:

#### 5.3.1.1 Distancia

La energía emitida por cualquier tipo de radiación sigue la Ley del cuadrado inverso, donde su intensidad se reduce conforme al cuadrado de la distancia que se aleja de la fuente emisora, siguiendo la siguiente fórmula:

$$i_1 * d_1^2 = i_2 * d_2^2$$

**Figura 13** – Esquema gráfico del comportamiento de las radiaciones.



*Fuente: Autor*

### **5.3.1.2 Tiempo**

La dosis equivalente es directamente proporcional al tiempo de exposición, se debe permanecer el menor tiempo posible cuando se esté realizando la ejecución de ensayos.

### **5.3.1.3 Blindaje**

Debido a la naturaleza de las radiaciones gamma emitidas por la fuente Cesio-137 el blindaje se debe realizar por medio de un espesor calculado de plomo, y para la fuente Americio-241Be se debe proporcionar un blindaje en hormigón armado que sirve como escudo de protección, en ambos casos las radiaciones nunca son absorbidas en su totalidad por el blindaje son solamente mitigadas, este blindaje debe ser provisto en el búnker de almacenamiento.

## **5.3.2 Medidor de radiación Geiger Müller.**

Instrumento que mide la *tasa de dosis efectiva*, basa su mecanismo de acción en la ionización de gases dentro de una estructura tubular, fue ideado en 1928 y perfeccionado a la fecha, sus medidas dan resultados en mSv/hr ó mRem/hr, este instrumento permite leer cuando la tasa de dosis supera los umbrales permitidos, por lo tanto es de uso y lectura obligatoria en la ejecución de ensayos.

**Figura 14 – Medidor Geiger Müller  
Nuevo**



*Fuente: Autor*

**Figura 15 – Medidor Geiger Müller  
Calibrado**



*Fuente: Autor*

### 5.3.3 Dosimetría.

Cómo su nombre lo indica, es un dispositivo encargado de medir la dosis efectiva absorbida, es de uso personal e intransferible para operarios y jefes de protección radiológica a su vez es de obligatorio uso en todo momento que se emplee el densímetro nuclear, debido a su mecanismo de absorción se puede determinar con mayor precisión la cantidad total de radiación absorbida en un intervalo de tiempo.

**Figura 16 – Dosímetro de película fotográfica**



*Fuente: Autor*

## **5.4 DISPOSICIONES GENERALES.**

Dentro del campo de acción del densímetro nuclear existe un amplio marco legal regido por Ingeominas el cual cubre la operación del mismo, dentro de los siguientes capítulos se tratarán aspectos legales que sólo conciernen a casos cotidianos y ámbitos de operación segura del mismo, sin embargo este manual no posee validez jurídica y tampoco pretende exponer todos los ítems de la ley.

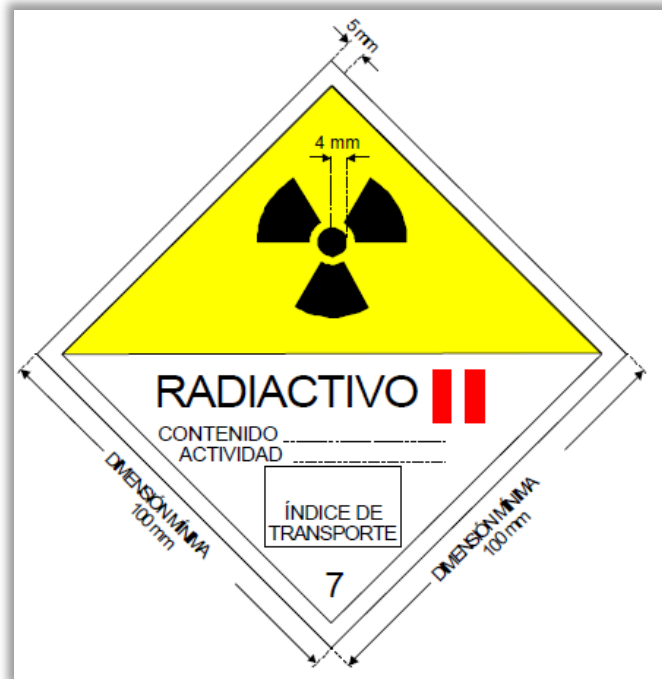
### **5.4.1 Tipos de señalización.**

Por medio de la señalización podemos identificar claramente zonas de peligro radiológico, vehículos para el transporte de material radioactivo y el densímetro nuclear en sí.

#### **5.4.1.1 Señalización del Bulto (Densímetro y embalaje):**

El bulto debe llevar 4 etiquetas en total, a saber:

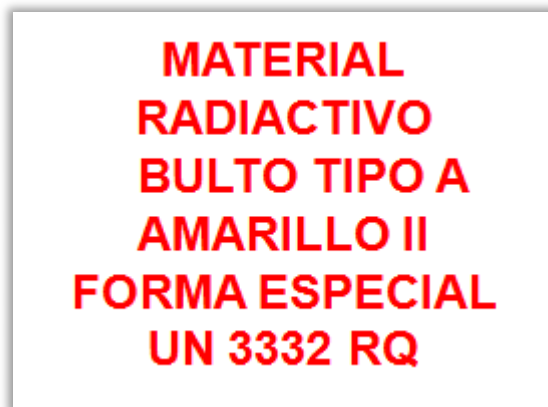
**Figura 17** – Señalización de Radiactividad Bulto



*Fuente: Resolución 18-1682 Transporte Material Radiactivo p.59*

Se debe diligenciar el Contenido con: Cesio-137 y Americio-241 y su actividad radioactiva, el índice de transporte que se calculará en el capítulo 7.3.1 del presente manual. Esta etiqueta debe ir al frente y en la parte posterior del bulto.

**Figura 18** – Señalización del tipo del Bulto



*Fuente: Resolución 18-1682 Transporte Material Radiactivo p.60*

Adicionalmente se debe incluir esta etiqueta en la parte frontal con esta información exacta, dimensiones 10cm x 10cm como mínimo, fondo naranja y letra negra.

Se recomienda identificar claramente el bulto en caso de pérdida el cual se hace por medio de la siguiente etiqueta con dimensiones mínimas de 11cm x 16cm fondo blanco y letra negra.

**Figura 19 – Identificación del Bulto**

<b>Propietario:</b>	
<b>Responsable:</b>	
<b>Dirección:</b>	
<b>Teléfono</b>	

*Fuente: Autor.*

Finalmente el embalaje debe quedar de la siguiente manera:

**Figura 20 – Señalización Final Bulto**



*Fuente: Autor*

#### 5.4.1.2 Señalización del Vehículo de Transporte

La resolución 18-1682 dispone de 3 etiquetas de material radiactivo para el vehículo ubicadas en los costados y la parte posterior del mismo, y una etiqueta con contenido “UN 3332” en cualquier costado del vehículo.

**Figura 21** – Señalización Radiactividad Vehículo.



*Fuente: Resolución 18-1682 Transporte Material Radiactivo p.63*

**Figura 22** - Señalización Requerida por la ONU.



*Fuente: Resolución 18-1682 Transporte Material Radiactivo p.63*

El contenido UN 3332 (dimensiones 30cm x 12cm) corresponde según el código de la ONU a: “Materiales radiactivos, Bultos del tipo A”, dentro del cual encaja cualquier densímetro nuclear.

Finalmente el vehículo deberá quedar de la siguiente manera:

**Figura 23** – Señalización Vehículo 1.



*Fuente: Autor*

**Figura 24** – Señalización Vehículo 2.



*Fuente: Autor*

#### **5.4.2 Bunker de almacenamiento.**

Acorde a la Ley se debe disponer de un bunker de almacenamiento dónde se dispondrá el densímetro nuclear cuando no se utilice en campo, este bunker deberá cumplir con las disposiciones de blindaje mencionadas en el capítulo 6.1.3

#### **5.4.3 Transporte del densímetro nuclear.**

En casos donde sea necesario el transporte del densímetro nuclear éste se puede llevar a cabo dentro de vehículos camperos y camionetas particulares siempre y cuando se cumplan los lineamientos de la resolución 18-1682, a continuación se presentan los aspectos más relevantes:

- ✓ El conductor debe estar informado del tipo de carga que transporta y su proceder en caso de emergencia.
- ✓ El vehículo sólo puede ser ocupado por el conductor y el operario del densímetro nuclear.
- ✓ Diligenciar el formato de Control para el transporte del densímetro nuclear.
- ✓ Señalizar el bulto y el vehículo correctamente.
- ✓ El operario deberá llevar los datos del remitente, transportista, destinatario, descripción del bulto y la licencia de funcionamiento del densímetro nuclear.
- ✓ Se debe realizar una medición de radiación en la cabina (Geiger Müller) y registrarla en el formato de control.
- ✓ El bulto se debe asegurar contra posibles movimientos durante el viaje y deberá ser ubicado lo más alejado de la cabina.

#### **5.4.3.1 Cálculo del Índice de Transporte (IT)**

El IT es el número asignado a un bulto correspondiente al nivel de radiación máximo a una distancia de 1 metro de la superficie del bulto, en unidades de mSv/h multiplicando este valor por 100.

Ejemplo:

Medición con ambos Geiger Müller:  $1\mu\text{Sv/h}$  aprox. (Ver Figura 25)

Para este caso el índice de transporte (IT) sería:

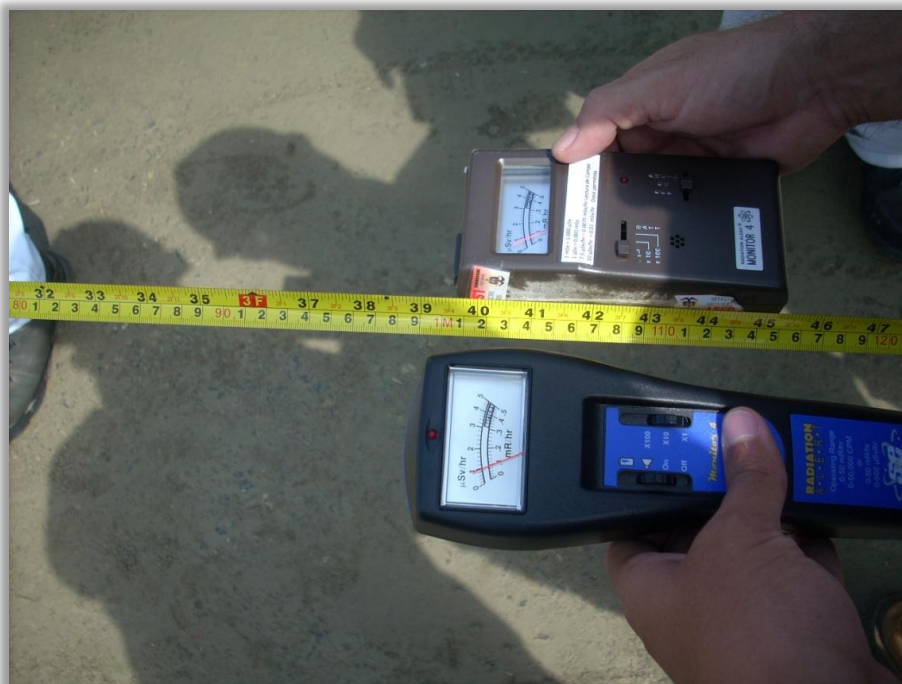
Medición a un metro de distancia:  $1\mu\text{Sv/h}$

Conversión a mili Sieverts/Hora:  $0.001\text{mSv/h}$

Multiplicación de este valor por 100 =  $0.001\text{mSv/h} \cdot 100 = 0.1 \text{ IT}$

Este valor se debe consignar en la etiqueta y clasificarlo según el siguiente cuadro de la Figura 26

**Figura 25** – Medición para Calcular el Índice de Transporte.



*Fuente: Autor*

**Figura 26** – Instructivo para el cálculo del índice de transporte.

CUADRO VII. CATEGORÍAS DE LOS BULTOS Y SOBREENVASES		
Condiciones		
Índice de transporte	Nivel de radiación máximo en cualquier punto de la superficie externa	Categoría
0 <sup>a</sup>	Hasta 0,005 mSv/h	I-BLANCA
Mayor que 0 pero no mayor que 1 <sup>a</sup>	Mayor que 0,005 mSv/h pero no mayor que 0,5 mSv/h	II-AMARILLA
Mayor que 1 pero no mayor que 10	Mayor que 0,5 mSv/h pero no mayor que 2 mSv/h	III-AMARILLA
Mayor que 10	Mayor que 2 mSv/h pero no mayor que 10 mSv/h	III-AMARILLA <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Si el *IT* medido no es mayor que 0,05, el valor citado puede ser cero en conformidad con el Literal c) del Artículo 44.

<sup>b</sup> Deberá transportarse también bajo *uso exclusivo*.

*Fuente: Resolución 18-1682 Transporte Material Radiactivo p.55*

#### **5.4.4 Procedimiento seguro de ejecución de ensayos.**

El procedimiento descrito a continuación recopila aspectos importantes de la resolución 18-1434 la cual trata el Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica, a su vez emplea conceptos tratados con antelación.

##### **Procedimiento de ejecución de ensayos:**

1. El operario que manipula el densímetro y el jefe de protección radiológica (si está presente) debe portar el dosímetro individual incluido en la licencia del densímetro nuclear correspondiente al mes en curso.
2. Retirar del vehículo de transporte las señalizaciones desmontables de peligro radioactivo.
3. Si las áreas cercanas están siendo ocupadas por otros trabajadores, deberá contactar al jefe de dichos trabajadores para informar sobre las actividades que se realizan y los peligros de estos.
4. Se demarcara la zona de ensayo con tres barreras plásticas con el símbolo de "PELIGRO DE IRRADIACIÓN" unidas por una cinta plástica de peligro.
5. Realizar el conteo Standard del equipo (Calibración propia del densímetro)
6. Configurar los parámetros de ensayo (Proctor o Marshall Teórico, Profundidad, unidades de medición, tiempo de ejecución del ensayo y cuando se requiera operaciones avanzadas)
7. Realizar la medición con el monitor, el valor medido será menor a  $7.5 \mu\text{Sv/h}$  ( $0.0075 \text{ mSv/h}$ , menor a  $0.01 \text{ mSv/h}$  Dosis permitida) en cualquiera de los puntos demarcados por la cinta plástica.
8. Al iniciar el ensayo debe retirarse a una distancia no menor de 3 metros y al terminar el ensayo debe colocar el equipo en posición segura (donde la fuente de Cesio 137 está doblemente encapsulada).
9. Realizar las lecturas y anotarlas en el formato de toma de densidades.

10. Al terminar las labores en la zona de trabajo debe apagar el densímetro y guardarlo nuevamente en su caja de transporte, en espera del vehículo para transportarlo a la zona de almacenamiento.
11. Devolver el equipo al Bunker de la empresa.
12. Actualizar el Registro de Movimiento de Fuentes

**Figura 27** – Demarcación de la zona de ensayo



*Fuente: Autor*

**Figura 28** – Aviso a trabajadores del ensayo



*Fuente: Autor*

**Figura 29** – Medición de radiación del ensayo- Jefe de protección con dosímetro.



*Fuente: Autor*

**Figura 30** – Conteo Estándar.



*Fuente: Autor*

**Figura 31** – Introducción de Parámetros



*Fuente: Autor*

#### **5.4.5 Procedimiento en caso de emergencia o accidentes.**

Antes de iniciar con los procedimientos específicos es preciso definir unos conceptos de seguridad industrial:

##### **5.4.5.1 Definiciones de emergencia**

**Accidente:** suceso causado por una ocasión de trabajo bien sea por actos indebidos o condiciones subestándar que puede provocar una perturbación funcional, invalidez o inclusive la muerte.

**Emergencia Radiológica:** son situaciones causadas por un accidente donde las personas pueden recibir dosis de radiaciones anormales y superar los límites establecidos, estos pueden causar daños a la salud, al medio ambiente y a la propiedad.

### 5.4.5.2 El plan de emergencia

Se define como el conjunto de operaciones planificadas que han de realizarse para mitigar las consecuencias radiológicas en caso de Accidente, la intervención debe ser rápida y oportuna.

#### Objetivos del plan de emergencia:

- ✓ Evitar la contaminación por irradiación al personal y al medio ambiente.
- ✓ Restablecer el control de la situación.
- ✓ Restringir las exposiciones al nivel más bajo posible.
- ✓ Obtener información para evaluar las causas y consecuencias del evento.

#### Elementos necesarios del plan de emergencia:

- ✓ Dosímetro personal.
- ✓ Monitor de radiación.
- ✓ Kit de protección radiológica.
- ✓ Pinzas, conos y cinta de peligro.

**Figura 32** – Kit de protección radiológica.



*Fuente: Autor*

**Figura 33** – Pinzas, conos y cinta de peligro.

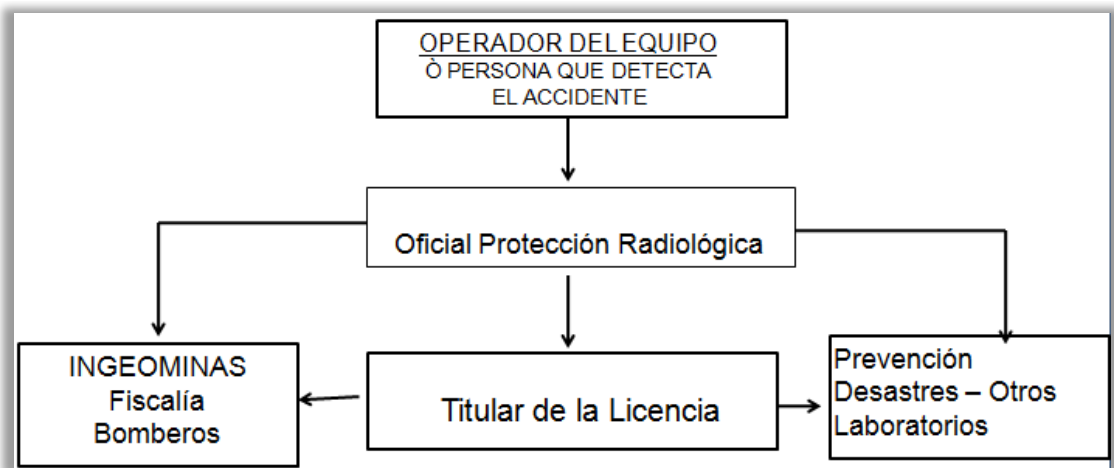


*Fuente: Autor*

El kit de protección radiológica es un compartimiento blindado acorde a lo especificado en el capítulo 6.3.1, se utiliza para encapsular alguna fuente nuclear del densímetro cuando ocurra un accidente.

Las pinzas deben ser en aluminio y tener como mínimo 1.5m de longitud.

**Figura 34** - Esquema para el aviso de una emergencia radiológica



*Fuente: Autor*

#### 5.4.5.3 Casos de emergencias radiológicas

1. Pérdida o robo del densímetro nuclear.
2. Destrucción del densímetro por maquinaria u otras causas.
3. Colisión del vehículo durante el transporte del densímetro.
4. Pérdida de cualquiera de las fuentes radiactivas.
5. Daño físico del castillo de las fuentes radiactivas.
6. Fuga de emisiones radiactivas, debido al mal funcionamiento del obturador.
7. Exposición indebida a la radiación de una persona ó del medio ambiente.
8. Uso indebido (dosis muy altas).
9. Incendio en el almacenamiento del densímetro (Bunker).

Para cada tipo de emergencia el manual de protección radiológica de Ingeominas posee un detallado procedimiento, en este manual sólo se trataran los 2 más comunes.

#### **5.4.5.4 Procedimiento por pérdida del densímetro nuclear.**

1. El operador notifica al jefe de Protección Radiológica.
2. Acordone el área si es posible.
3. Con el Monitor de radiación inicie la búsqueda con lecturas en el área donde se presume fue la pérdida (de la escala más baja a la más alta).
4. Identifique las características del Densímetro hurtado. (Marca, Modelo, Contenido y Actividad) Véase Figura 17.
5. Notifique a INGEOMINAS, Fiscalía, Atención de Desastres, Cruz Roja, proveedor del equipo y a otros laboratorios o empresas.
6. Registre el suceso en el formato de Accidentes – Incidentes.
7. Genere un reporte para evaluar causas y consecuencias con el fin de retroalimentar el plan de emergencias.

#### **5.4.5.5 Procedimiento por pérdida de fuentes radioactivas:**

1. El Operador Notifica al Jefe de Protección Radiológica.
2. Acordone al área donde sospecha fue la perdida.
3. Con el Monitor de radiación inicie la Búsqueda.
4. Determine una área más pequeña.
5. Localizada la fuente, proceda a recogerla con las Pinzas.
6. Deposite la fuente en el KIT de Protección radiológica.
7. Selle el KIT, con el tapón de Plomo (PB).

8. Realice nuevamente lecturas con el Monitor en el área para determinar que no hay contaminación en la Zona. En caso contrario realice una nueva búsqueda de material radiactivo.
9. Determine el Tiempo y Distancia a la exposición Radiactivas de las personas que participaron en el Plan de Emergencia.
10. La fuente encapsulada (KIT), debe llevarse al Bunker.
11. El Oficial de protección radiológica genera un reporte, comunica a Ingeominas y otros entidades
12. El Titular de la Licencia levanta el procedimiento para devolución de la fuente con el Densímetro al País de Origen (EEUU). Cumpliendo los requisitos del ente regulador. Resolución 18005, 5 de Enero 2010.

**Figura 35** – Daño del densímetro y fuga de Cesio-137



*Fuente: Autor*

#### **5.4.6 NIVELES DE REFERENCIA**

Los niveles de referencia pueden ser establecidos para cualquiera de las variables determinadas en la implementación de un programa de protección radiológica. Un nivel de referencia no es un límite y es usado para determinar un curso de acción cuando la variable excede, o puede predecirse que excederá, el nivel de referencia

#### **5.4.6.1 Nivel de registro**

A efectos de simplificar el sistema de archivo de información sobre las dosis equivalentes correspondientes al personal conviene establecer un nivel de referencia de modo que aquellos valores que se encuentren por debajo del mismo no sean registrados en razón de su escasa significación.

#### **5.4.6.2 Nivel de investigación**

Cuando las dosis equivalentes recibidas por las personas ocupacionalmente expuestas superan un cierto valor que pueden considerarse justificado y característico del tipo de operación, la autoridad debe investigar las posibles causas con el propósito de evitar que se excedan los límites autorizados.

#### **5.4.6.3 Nivel de intervención**

Debe prefijarse cuál es el nivel de dosis equivalente que justifica la intervención de la autoridad no solo para fines de investigación sino para lograr la corrección de aquellas circunstancias que hacen posible esos niveles de dosis pudiendo a tal efecto suspender el funcionamiento de la instalación.

#### **5.4.6.4 Condiciones de servicio**

- **Mujeres embarazadas:** Una trabajadora que se dé cuenta de que está embarazada debe notificarlo para que se modifiquen sus condiciones de trabajo si es necesario.

- **Jóvenes:** Ninguna persona menor de 16 años deberá estar sometida a exposición ocupacional, a su vez ninguna persona menor de 18 años se le deberá permitir trabajar en una zona controlada a no ser que lo haga bajo supervisión y exclusivamente con fines de capacitación.

## **5.4.7 CLASIFICACIÓN DE ZONAS**

Según los riesgos inherentes y el potencial de exposición, las zonas de trabajo se clasifican en Controladas y Supervisadas

### **5.4.7.1 Zona controlada**

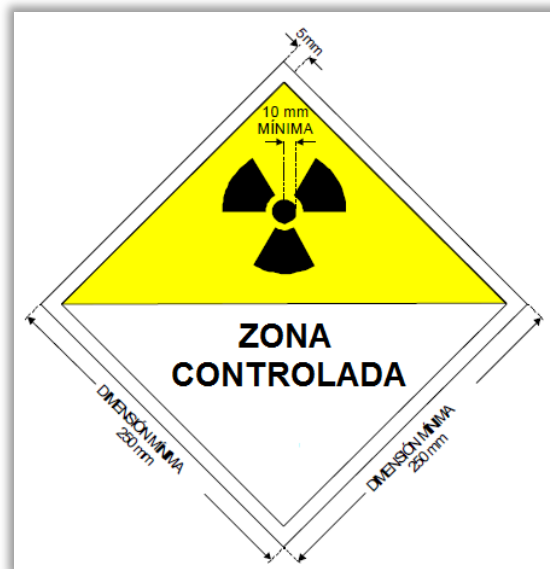
Es aquella en la que en las condiciones normales de trabajo, incluyendo incidentes menores, requieren que el trabajador cumpla procedimientos y prácticas bien establecidas, dirigidas específicamente a controlar la exposición a la radiación.

### **5.4.7.2 Zona supervisada**

Es aquella en la cual se siguen ciertas condiciones de trabajo, pero normalmente no son necesarios procedimientos especiales, se recomienda la designación de área controlada y supervisada se realice en la etapa de diseño o directamente sobre la base de la experiencia operacional.

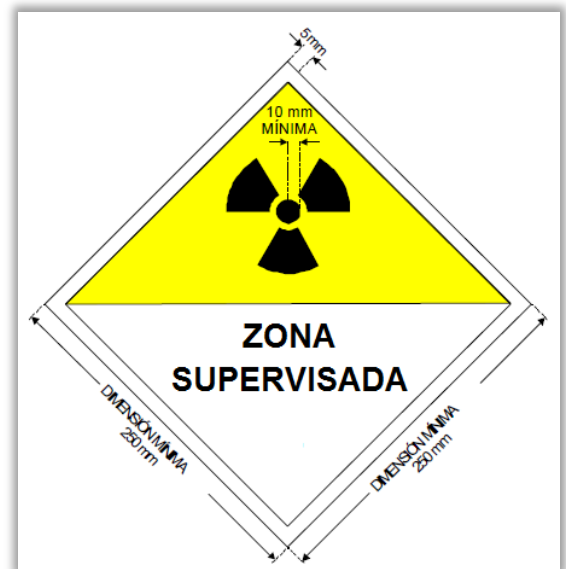
A continuación se presentan las etiquetas correspondientes a la señalización de las zonas, estas deben estar en un lugar visible para dar aviso a los trabajadores de las connotaciones

**Figura 36** – Señalización Zona controlada



*Fuente: Autor*

**Figura 37** – Señalización Zona supervisada



*Fuente: Autor*

#### 5.4.8 MANEJO DE FUENTES EN DESUSO

Durante la vida útil del densímetro existen circunstancias las cuales pueden deteriorar el funcionamiento del mismo y generar la necesidad de gestionar el desecho de las fuentes radioactivas, en este subcapítulo se tratarán los aspectos necesarios para garantizar un buen desuso del mismo.

##### 5.4.8.1 Definiciones

- **Gestión de desechos radiactivos:** Conjunto de actividades administrativas y operacionales para la manipulación, tratamiento, acondicionamiento, transporte, almacenamiento y disposición final de los desechos radiactivos.

- **Fuente en desuso:** Fuente radiactiva que ya no se utiliza, ni se tiene la intención de utilizar, en la práctica para la cual se otorgó la autorización.
- **Disposición final:** Colocación de desechos en una instalación apropiada sin intención de recuperarlos.
- **Desechos radiactivos:** desechos que contienen radionúclidos en concentraciones o con actividades mayores que los niveles establecidos por la autoridad reguladora, o que están contaminados con ellos. (Cesio 137 – Americio 241Be)
- **Contaminación:** Presencia de sustancias radiactivas sobre superficies, o dentro de sólidos, líquidos o gases (incluido el cuerpo humano), donde tal presencia no es ni intencionada ni deseable, o proceso que provoca la presencia de sustancias radiactivas en dichos lugares.

#### 5.4.8.2 Generalidades

El objetivo consiste en establecer las responsabilidades administrativas, legales y los requisitos técnicos esenciales para todas las etapas de la gestión de los desechos radiactivos en Colombia, con el fin de la seguridad y protección del hombre y del medio ambiente presente y futuro.

Las fuentes radiactivas son declaradas en desuso cuando:

- ✓ Su actividad ha decaído y se considera inadecuada para su Propósito original
- ✓ Tiene desperfectos o se ha des hermetizado.

- ✓ Su vida útil ha terminado.
- ✓ Su tecnología es obsoleta.

### **5.4.8.3 Procedimientos para el desecho de fuentes en desuso**

Los pasos necesarios realizar una buena gestión de desecho de fuentes radioactivas se pueden resumir de la resolución Res 18 0005 de 2010 como sigue:

1. Adoptar las disposiciones contractuales que sean necesarias para garantizar la devolución de dichas fuentes al proveedor al término de su vida útil.
2. Considerar, antes de declarar las fuentes en desuso, la posibilidad de su utilización por el propio titular u otra entidad.
3. En caso de pérdida, robo o extravío de materiales conteniendo material radiactivo comunicar en un plazo máximo de 72 horas de tal suceso a la autoridad reguladora.
4. Avisar oficialmente a Ingeominas sobre las fuentes en desuso.
5. Solicitar la recogida de la fuente al fabricante: Troxler, Humboldt u otro fabricante o directamente a Ingeominas.
6. Garantizar que las fuentes declaradas en desuso, para las cuales no está prevista su devolución al proveedor, sean transferidas a la instalación centralizada de gestión en un plazo no mayor a 1 año.
7. El transporte desechos radiactivos se realizará conforme reglamento de Transporte Seguro de Material Radiactivo (Resolución 18 1682 de 2005).
8. Cumplir Todos los procedimientos se de acuerdo a la Política para la Gestión de los Desechos Radiactivos en Colombia. 5 enero de 2010 Res 180005
9. Garantizar la seguridad de los trabajadores, el público y el medio ambiente, tomando en consideración las generaciones presentes y futuras, según lo dispuesto Ministerio de Minas y Energías.

## **5.5 LEGISLACIÓN VIGENTE.**

En este capítulo está dedicado a recopilar toda la normatividad que se ha utilizado en el transcurso del manual y que rige el uso de densímetros nucleares en aras de concientizar a todas las personas inherentes al campo de la ingeniería civil sobre la importancia de la seguridad en el empleo de estos equipos y a su vez motivar a las empresas y compañías que estén pensando en adquirir un densímetro dar una breve metodología para el licenciamiento del mismo.

### **5.5.1 Resoluciones aplicables.**

- Res. 18 - 1434 Reglamento de Seguridad en Protección Radiológica.
- Res. 18 - 1304 Reglamentación Expedición de la Licencia de Material radiactivo.
- Res. 18 - 0208/2010 Modificación res. 18 - 1304
- Res. 18 - 1682 Transporte Material radiactivo.
- Res. 18 - 18005/10 Desechos Radiactivos y fuentes en desuso.

### **5.5.2 Capacitación del personal – Carnet de protección radiológica.**

Toda empresa que desee emplear un densímetro nuclear en sus actividades deberá capacitar a su personal y poseer al menos dos carnés de protección radiológica expedidos por Ingeominas, uno para el jefe de protección y otro para el operario del densímetro.

El examen se basa en el Manual de protección radiológica el cual presenta todos los aspectos de seguridad necesarios para capacitarse, para ver el formato de inscripción remítase al Anexo 8, FORMATO DE INSCRIPCIÓN AL EXAMEN PARA OPTAR EL CARNÉ DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.

### **5.5.3 Licencia Manejo Fuentes Radiactivas – Ingeominas.**

Una vez capacitado el personal, la empresa debe incluir en la cámara de comercio respectiva la actividad de “Manejo de fuentes radiactivas” a su vez debe elaborar un Manual de protección radiológica (similar al presente manual) dónde se exponen con detalle los conceptos técnicos y teóricos de las radiaciones, se incluye el plan de emergencia y se cumplen las demás disposiciones declaradas por Ingeominas y el Ministerio de Minas y Energías. Como ayuda se presentan los siguientes anexos:

- Anexo 9, CONTENIDO TEMÁTICO DEL MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.
- Anexo 10, FORMATO DE SOLICITUD DE LICENCIA DE MANEJO DE MATERIAL RADIATIVO.

#### **5.5.3.1 Requisitos para otorgar la licencia de de manejo de material radiactivo**

1. Presentar la solicitud en el formato establecido para el efecto.
2. Certificado de constitución en Cámara de Comercio.
3. Adjuntar fotocopia del Carné de Protección Radiológica vigente, expedido por el Ingeominas, tanto de la persona responsable de la protección radiológica en la empresa, como de las ocupacionalmente expuestas a radiaciones ionizantes.
4. Adjuntar el Manual de protección radiológica, propio del laboratorio o instalación.
5. Adjuntar copia de todos los reportes de dosis correspondientes al último año, del personal relacionado en el numeral 5 del formulario de solicitud

6. Adjuntar copia de los certificados de calibración de los instrumentos descritos en el numeral 11 del formulario. Estos equipos deben estar disponibles en la instalación.
7. Adjuntar fotocopia del certificado de las fuentes expedido por el fabricante.
8. Adjuntar fotocopia legible del recibo de consignación, indicando el N.I.T. de la empresa, por valor de \$45.126,00 a la cuenta "Ingeominas Recursos propios".

Para una mayor información consulte el Anexo 11, REQUISITOS PARA OTORGAR LA LICENCIA DE MANEJO DE MATERIAL RADIATIVO.

## **6. CALCULO DEL NÚMERO DE ENSAYOS NECESARIOS.**

El autor de esta tesis diseño una hoja de excel con el fin de simplificar el calculo del numero de densidades necesarias para un proyecto. El siguiente apartado tiene como objeto explicar de una forma clara y concisa la utilización de la hoja de cálculo suministrada en este trabajo de grado, esta hoja permitirá ayudar al auxiliar de calidad en obra la determinación del número de ensayos de densidades necesarios para todo cualquier proyecto de urbanismo.

### **6.1 Criterios.**

La hoja programable maneja varios conceptos técnicos los cuales deben ser introducidos al inicio de la ejecución, estos datos de entrada otorgarán al programa una mayor autonomía a la hora de determinar la cantidad de ensayos, a saber:

- ✓ Nombre del Proyecto
- ✓ Fecha de Inicio

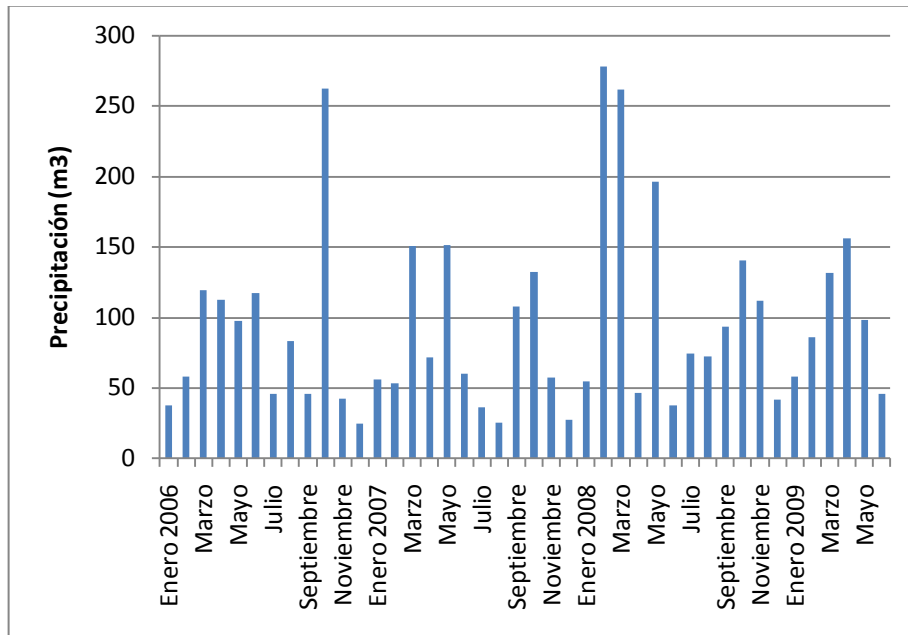
- ✓ Fecha de Finalización

Estos datos son necesarios para determinar la duración del proyecto y fijar las afectaciones por el ciclo bimodal de lluvias en Colombia, continuando:

- **Área máxima por ensayo:** determina las dimensiones máximas de superficie para verificar con un ensayo, dada en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), el valor de 250 m<sup>2</sup> viene por defecto ya que es una recomendación del INVIAS.
- **Espesor de Capa:** como su nombre lo indica determina el grosor de una capa de relleno expresada en metros lineales (m), el valor de 0.30m viene por defecto puesto que es una medida ampliamente usada en rellenos de compactación, disminuir este valor asegurará un mayor control de calidad en los rellenos por consiguiente un mayor número de ensayos, en cambio aumentar este valor podría no resultar confiable ya que el densímetro nuclear es el único capaz de realizar ensayos a 30 centímetros de profundidad.
- **Instrumento de ensayo:** permite especificar el rendimiento de las pruebas, acorde a experiencias de Urbanas S.A. se ha podido determinar los siguientes:  
Ensayo por Cono de Arena – 5 pruebas diarias aprox.  
Ensayo con Densímetro Eléctrico – 15 pruebas diarias aprox.  
Ensayo con Densímetro Nuclear – 20 pruebas diarias aprox.
- **Cálculo del porcentaje de incremento de ensayos debido al clima:** basándonos en un estudio realizado por la Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) se obtuvo la cantidad de precipitación mensual para la meseta del área metropolitana en M3 para un periodo

comprendido entre Enero de 2006 y Junio de 2009, a continuación se presentan el gráfico:

**Figura 38** – Gráfica de la precipitación para el área metropolitana de Bucaramanga



Fuente: <http://www.cdmb.gov.co/sisbim/consulta/fichatecnica.php?ind=1121>

Como se puede observar existen 2 períodos de lluvias al año que dificultan el proceso de compactación de rellenos, por experiencia de Urbanas S.A. se ha determinado un intervalo de 20 días cada 6 meses donde es necesario realizar reprocesos de compactación y por consiguiente su respectiva verificación con las pruebas de densidad, este inconveniente representa un incremento del 16.6% anual de ensayos, el cual está contemplado en la hoja de cálculo.

Durante la ejecución de la hoja de cálculo se encontrarán ayudas dentro de la hoja en la gran mayoría de los criterios, todas las celdas con fondo verde son datos que debe ingresar el usuario, los demás son calculados automáticamente y se explican a continuación:

## 6.2 Número ensayos para vías.

Existen 3 sub categorías para determinar la cantidad de ensayos, a saber:

- **Movimiento de tierras:** éste ítem se calcula sacando el número de áreas y la cantidad de capas según la profundidad usando los parámetros de entrada de Área máxima de ensayo y espesor de capa
- **Corredor de Servicios:** en ésta sub categoría se debe ingresar la distancia máxima de ensayo ya que este corredor de servicios es tomado por metro lineal y no por área, es por esto que no se utiliza el parámetro de entrada de área máxima de ensayo y se le solicita al usuario insertar el intervalo de prueba, el número de capas por defecto es 3, debido a que este corredor posee una profundidad que varía entre 0.75 y 1.00m, el usuario puede modificarlos a su gusto, finalmente el valor del número de ensayos es multiplicado por 2, debido a que los corredores de servicios van a cada costado de la vía
- **Alcantarillado pluvial y sanitario:** como es costumbre en Urbanas S.A. y en los diseñadores de acueductos se recomienda separar ambos tipos de redes debido a las implicaciones ambientales que conllevan, sin embargo en el proceso constructivo ambas redes usan la misma excavación, es por esto que se solicita la cota batea más profunda de ambas redes, ésta se promedia y se calcula la altura junto con la proporcionada en el movimiento de tierras, finalmente se calcula el número de capas y se toma el intervalo de prueba ingresado en el corredor de servicios (debido a que el área en planta no es suficiente para utilizar el criterio de área, luego se utiliza el del metro lineal)  
En caso de poseer las redes separadas en excavaciones diferentes, se incluye otro módulo para realizar estos cálculos

Finalmente el usuario deberá oprimir el botón “Insertar” el cual tomará el nombre de la vía junto con el número de todos los ensayos necesarios y los enviará a la página principal que se llama “Imprimir”

### **6.3 Número de ensayos para lotes**

Ésta sección calcula el número de ensayos basados en la cantidad de capas que se determina con la profundidad y espesor de las mismas, a su vez se determina el número de áreas ingresando la superficie y el criterio de área máxima de ensayo. Para concluir se debe oprimir el botón “Insertar” para consignar estos datos en la hoja principal.

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ La realización de prácticas empresariales con empresas constructoras permiten al estudiante antes de graduarse visualizar el panorama constructivo del sector de la Ingeniería civil a su vez aprender con un máximo de detalle todos las especificaciones de los procesos constructivos bien sea de proyectos urbanísticos
- ✓ En el transcurso de la práctica se evidenció que el proyecto puede sufrir cambios drásticos en diseños de redes o estructuras e inclusive en el presupuesto y la viabilidad del proyecto en sí debido a los procesos constructivos.
- ✓ Durante la práctica el autor participó en una estructura organizacional dónde hizo parte del engranaje de la empresa adquiriendo funciones y responsabilidades de diversa índole tales como el trato a los trabajadores, coordinación de actividades, comunicación interna en cualquier jerarquía, actitudes de liderazgo y motivación.
- ✓ En aspectos técnicos se recomienda a Urbanas S.A. solicitar estudios de suelos más completos los cuales incluyan un mayor número de sondeos y perfiles de estratificación sobre todo en los ejes viales proyectados en el plano urbanístico puesto que esto permitiría prever la aparición de roca sólida e incluir este ítem de excavación en el presupuesto.
- ✓ En la práctica se evidencio la importancia de la revisión de todos los diseños del proyecto debido a que existen grandes diferencias entre lo proyectado por los diseñadores y lo disponible en el mercado durante el proceso constructivo.

- ✓ Los rendimientos de la obra se disminuyeron considerablemente debido a la fuerte ola invernal de los últimos meses dónde fue necesario suspender las actividades en las jornadas de la mañana ya que no se encontraban condiciones óptimas de trabajo.
- ✓ Los niveles de saturación elevados ocasionados por las intensas lluvias imposibilitan el proceso de compactación ya que se supera la humedad óptima y se salen de los rangos de humedad tolerables.
- ✓ El densímetro nuclear representa una manera rápida y exacta de determinar las densidades de los rellenos sin embargo está sujeta a una estricta normatividad debido al empleo de fuentes radiactivas.
- ✓ Los conceptos de seguridad industrial y los requerimientos para la operación del densímetro son bastante sencillos los cuales si se siguen a cabalidad no representarían riesgos para salud de los trabajadores ni daños ambientales generados por la empresa.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. ISO 9001 en empresas de Ingeniería Civil, Bogotá D.C, 2004. ISBN: 958-9383-44-0
- Plan de Calidad obra Punta Ruitoque NTC- ISO 9001:2000 Urbanas S.A., Bucaramanga, Colombia.
- Corporación para la defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB “Cantidad de precipitación en el centro de Bucaramanga en m3 para el período comprendido entre Enero de 2006 y Junio de 2009” Internet: (<http://www.cdmb.gov.co/sisbim/consulta/fichatecnica.php?ind=1121>)
- RESOLUCIÓN 18-1434 Ministerio de Minas y Energías, 5 Diciembre 2002, Bogotá D.C "Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica"
- RESOLUCIÓN 18-1304 Ministerio de Minas y Energías, 8 Octubre 2004, Bogotá D.C "Reglamenta la expedición de la Licencia de Manejo de Materiales Radiactivos"
- RESOLUCIÓN 18-1682 Ministerio de Minas y Energías, 9 Diciembre 2005, Bogotá D.C "Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos"
- RESOLUCIÓN 18-0005 Ministerio de Minas y Energías, 5 Enero 2010, Bogotá D.C "Reglamento para la gestión de los desechos radiactivos en Colombia"

- Contenido temático del manual de protección radiológica, Ingeominas, Grupo de seguridad nuclear y protección radiológica Bogotá D.C.
- Curso de protección radiológica para el manejo de material radiactivo, ministerio de minas y energía, Bogotá, 2002
- Manual del usuario, Modelo 3430, "Densímetro para medición de humedad-densidad", Troxler Electronics Laboratories, Inc.

# **ANEXOS**

**ANEXO 0 HOJA DE CÁLCULO PARA NÚMERO DE ENSAYOS**

**Ver Archivo de Excel “NUM ENSAYOS.xlsm”**

## ANEXO 1 CTR-FO-04 PLAN DE CALIDAD

ELABORÓ PLAN DE CALIDAD:	FECHA:
APROBÓ PLAN DE CALIDAD:	FECHA:

### PLAN DE ACTUALIZACIONES

Fecha	Versión	Modificaciones

#### 1. **ALCANCE DEL PROYECTO**

Nombre del Proyecto:
Fecha de Inicio del proyecto:
Descripción del Objeto: <span style="float: right;">URBANISMO: _____ CONSTRUCCIÓN: _____</span>
Ubicación del Proyecto:
Estrato Objetivo:

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO			
TIPO DE CONSTRUCCIÓN			
Mampostería Estructural		Sistema Tradicional	Sistema Tunel
Otros (Especifique)			

NÚMERO DE APARTAMENTOS				
Tipo A		Tipo B		Tipo Duplex
Descripción de los apartamentos:				

--

NÚMERO DE CASAS				
Tipo A		Tipo B		Reforma
Descripción de las casas:				
Número de Lotes:				
Descripción de los lotes:				

Descripción Obras de Urbanismo Interno:
Descripción Obras de Urbanismo Externo:

FECHAS DE ENTREGA				
Fecha de Entrega Total del Proyecto:				
ENTREGAS PARCIALES				
Unidad/Bloque 1:	Unidad/Bloque 2:			
Unidad/Bloque 3:	Unidad/Bloque 4:			
Unidad/Bloque 5:	Unidad/Bloque 6:			
Unidad/Bloque N:				
CUADRO DE REQUISITOS MINIMOS				
Requisito	Elaboró	Fecha	Versión	Teléfono
1. Estudio de Suelos				
2. Licencia de Construcción				
3. Documento de Seguimiento y Control				

Ambiental				
4. Diseño Estructural				

Requisito	Elaboró	Fecha	Versión	Teléfono
5. Diseño Urbanístico y Arquitectónico				
6. Diseño Eléctrico				
7. Diseño Hidráulico y Sanitario				
8. Presupuesto de Obra				
9. Programa de Trabajo				
10. Especificaciones ofrecidas				
11. Centro de Costo				
12. Asignación de Almacén				

## 2. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO.

A continuación se identifican los cargos establecidos para la ejecución del proyecto:

Rol	Nombre	Responsabilidades específicas en el Proyecto
Director de Construcciones		
Director de Obra		
Profesional Residente		
Electricista Residente		
Administrador de Obra		
Supervisor de Obra		
Ingeniero Auxiliar de Obra		
Almacenista		
Auxiliar almacenista		
Interventor		

## 3. PRODUCTOS A ENTREGAR Y CONTROL DE CALIDAD E INTERVENTORIA

Adjunto se encuentran los registros de actividades a desarrollar dentro del proyecto y la programación de control de calidad de cada actividad.

Adicionalmente se han establecido las siguientes actividades de control:

### **Actividades Básicas de Control**

Para cada producto a desarrollar y las actividades definidas en este, se establece el mecanismo de control de calidad que es realizado por los funcionarios de Urbanas. URBA ha determinado Formatos de control para cada una de las actividades críticas.

### **Reuniones del Comité de Gerencia**

<b>Reunión</b>	<b>Comité de Gerencia</b>
<b>Objetivos</b>	(a) Autorizar la iniciación del proyecto
	(b) Seguimiento al progreso del proyecto en lo que respecta al plan.
	(c) Confirmar la terminación del proyecto.
<b>Frecuencia</b>	(a) Antes de la iniciación del proyecto.
	(b) Según la necesidad.
	(c) Al concluir el proyecto.
<b>Asistencia</b>	Gerente, SAFI, DPLA, DICO, DIVE, INTE
<b>Documentación</b>	Formato Compromisos Comité de Gerencia
<b>Distribuir a</b>	Acta Original SAFI

### **Reuniones del Comité de Obra**

<b>Reunión</b>	<b>Comité de Obra</b>
<b>Objetivos</b>	(a) Revisar el avance del proyecto a nivel de actividades.
	(b) Revisar y ajustar los diseños técnicos y arquitectónicos.
	(c) Planear y controlar las actividades a ejecutar.
	(d) Análisis de los productos no conformes presentados en la obra
<b>Frecuencia</b>	Semanalmente.
<b>Asistencia</b>	DICO, INTE, DIRO/ RESI e invitados y DPLA cuando se requiera el numeral b.
<b>Documentación</b>	Acta de Reunión de Obra.
<b>Distribuir a</b>	SAFI

### **Reuniones del Comité Intermedio de programación y control de Costos**

<b>Reunión</b>	<b>Comité intermedio de programación y control de Costos</b>
<b>Objetivos</b>	(a) Revisar el avance de la programación y la acciones a tomar
	(b) Firma de pedidos
	(c) Información de costos por parte de REIN a la obra
<b>Frecuencia</b>	mensual
<b>Asistencia</b>	DICO, INTE, DIRO/ RESI , personal de la obra y el programador de la obra
<b>Documentación</b>	Acta de Reunión de Obra.
<b>Distribuir a</b>	DICO

### Reportes.

Se enuncian los reportes oficiales que serán presentados en el desarrollo del proyecto:

Reporte	Informe de Avance de Obra
Objetivos	(a) Controlar el despliegue de las actividades del proyecto, para confirmar el programa propuesto o para aplicar acciones adecuadas encaminadas a corregir los retrasos.
	B) Reportar semanalmente en el comité de obra el estado de la programación según el informe presentado por INTE o por el ingeniero outsourcing de control de programación de obra.
Frecuencia	Semanal
Responsable	DIRO/RESI
Distribuir a	Original Archivo de Obra, DICO
Documento base	Programación de obra, surtrake o project.

Reporte	Informe de Costos
Objetivos	a) Controlar los costos del proyecto para lograr la utilidad esperada.
Frecuencia	Mensual.
Responsable	INTE
Distribuir a	Comité de Gerencia
Documento base	Presupuesto de Obra

#### 4. PROGRAMAS DE TRABAJO

Se anexa Programa de Trabajo.

#### 5. PRESUPUESTO DE OBRA

Se anexa Presupuesto de Obra

#### 6. PROCESO PARA APROBAR CAMBIOS

En este ítem se identifica y establece el procedimiento que debe ser seguido para efectuar un cambio durante el proyecto.

Los cambios a los que se refiere este numeral son: Cambios en las especificaciones de los productos ó el alcance del proyecto, plan de actividades o procesos de control de calidad del proyecto.

El procedimiento establecido es el siguiente:

Actividades	Responsable	Documentos
1. Identificar la necesidad de cambio la cual se puede presentar en: Presupuesto de Obra, Diseños de Ingeniería (técnicos) y arquitectónicos, Programa de Trabajo o Plan de Calidad del Proyecto.	Funcionario de URBA	
2. Comunicar cambios en el Presupuesto de Obra a COGE que tengan un gran impacto en: <ul style="list-style-type: none"><li>• La utilidad esperada</li><li>• Desviaiones importantes de presupuesto</li></ul>	INTE	Presupuesto dinámico, enfoque gerencial

3. Cuando se presentan cambios en los Diseños de Ingeniería y Arquitectónicos se comunica a DPLA.	DICO, DIRO O RESI	
4. Definir y aprobar la acción a seguir en reunión del comité de obra.	DPLA	Diseños de Ingeniería y Arquitectónicos.
5. Para cambios en el Programa de Trabajo se reúne el comité de obra con el programador outsourcing y define las acciones a seguir.	DICO	Acta de Comité de Obra, Programa de Trabajo
6. Para los casos anteriores comunicar oficialmente al Director de Obra o Profesional residente los cambios aprobados.	DICO	
7. Actualizar la documentación y registros afectados y comunicar a las partes involucradas en el cambio.	DIRO/RESI	Documentos y Registros afectados, Listado Maestro del Proyecto.

**ANEXO 1 CTR-FO-04-A1 PLAN DE CALIDAD ANEXO 1**

PROYECTO: \_\_\_\_\_

ELABORÓ: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

APROBÓ: \_\_\_\_\_

No.	Proceso/Actividad	Especificaciones	Control de Calidad	Documentos Referenciados	Registro	Observaciones
<b>1. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACION</b>						
<b>ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN</b>						
1,1	Revisión y Ajustes					
1,2	Localización Topográfica					
1,3	Actividades Preliminares					
1,4	Adecuación de Terrenos y/o movimiento de tierras					
1,5	Excavaciones					
1,6	Cimentación					
1,7	Desagües					
1,8	Estructura Placas					
1,9	Estructura de Columnas					
110	Estructura de Vigas					
1,11	Mampostería					
1,12	Mampostería estructural					
1,13	Instalaciones eléctricas					
1,14	Instalaciones Hidrosanitarias y Gas					

1,15	Frisos					
<b>No.</b>	<b>Proceso/Actividad</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Control de Calidad</b>	<b>Documentos Referenciados</b>	<b>Registro</b>	<b>Observaciones</b>
1,16	Cubierta					
1,17	Pisos					
1,18	Enchapes					
1,19	Carpintería de Madera					
120	Carpintería Metálica y Aluminio					
1,21	Equipos especiales					
1,22	Estuco y Pintura					
1,23	Varios y remates					
<b>ACTIVIDADES DE URBANISMO</b>						
2,1	Movimiento de Tierras					
2,2	Alcantarillado					
2,3	Acueducto					
2,4	Redes Eléctricas					
2,5	Redes de gas					
2,6	Parques y zonas verdes					
2,7	Equipamiento comunal					
2,8	Vías					
2,9	Impermeabilización Muros de Contención					

**ANEXO 1 CTR-FO-04-A2 PLAN DE CALIDAD ANEXO 2**

PROYECTO: \_\_\_\_\_

ELABORÓ: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

APROBÓ: \_\_\_\_\_

<b>No</b>	<b>Actividad</b>	<b>Controles de Calidad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total de pruebas o controles programados</b>
1	<b>Localización Topográfica</b>	Verificar registros de mantenimiento preventivo de los equipos a utilizar.				
		Verificar el estado de ajuste de la mira, teodolito y nivel.				
2	<b>Adecuación de Terrenos y/o movimiento de tierras</b>	Ensayos sobre densidades de rellenos en tierra.				
3	<b>Excavaciones</b>	Visto Bueno del Ingeniero de Suelos				
4	<b>Cimentación</b>	Resistencia a la compresión del concreto				
		Acero: Verificar registro de pruebas del proveedor, exigidas por la NSR (Ver manual de materiales) Resistencia a la tracción del Acero				
5	<b>Desagües</b>	Prueba de Estanqueidad				
6	<b>Estructura Túnel</b>	Resistencia a la compresión del concreto				
		Mallas: Verificar registros de pruebas del proveedor. Resistencia a la tracción de mallas				
7	<b>Estructura de Columnas</b>	Resistencia a la compresión del concreto				
		Acero: Verificar registro de pruebas del proveedor exigidas por la NSR ( Ver manual de materiales ) Resistencia a la tracción de Acero				

No	Actividad	Controles de Calidad	Frecuencia	Ubicación	Laboratorio	Total de pruebas o controles programados
8	Estructura de Vigas y Placas	Resistencia a la compresión del concreto Acero: Verificar registro de pruebas del proveedor exigidas por la NSR (Ver manual de materiales) Resistencia a la tracción del Acero				
9	Mampostería	Resistencia a la compresión en Mortero de Pega				
		Resistencia a la compresión en Unidades de Mampostería				
10	Mampostería Estructural	Resistencia a la compresión en Mortero de Pega. Resistencia a la compresión en Mortero de Relleno. Resistencia a la compresión en Unidades de Mampostería. Resistencia a la compresión en Muretes				
11	<b>Instalaciones Eléctricas</b>	EXTERNAS:				
		Transformador de distribución: Medir continuidad en espiral de baja y alta tensión. Medir ohmios a tabs en los debanados de alta y baja tensión.				
		Tierras: Verificar tierras de los límites de acuerdo a las normas de la ESSA( 8 Ohmios para subestaciones).				
		INTERNAS:				
		Instalación de aparatos (Tomacorrientes, Plafones, Interruptores)				
	Redes Energizadas					
12	<b>Instalaciones Hidrosanitarias</b>	Prueba Hidrostática de Presión.				
13	<b>Instalaciones internas de Gas</b>	Ensayo de Hermeticidad				

No	Actividad	Controles de Calidad	Frecuencia	Ubicación	Laboratorio	Total de pruebas o controles programados
<b>ACTIVIDADES DE URBANISMO</b>						
1	<b>Movimiento de Tierras</b>	Ensayos sobre densidades de rellenos en tierra				
2	<b>Alcantarillado</b>	Prueba de Estanqueidad				
3	<b>Acueducto</b>	Prueba Hidrostática de Presión				
4	<b>Redes de externas de gas</b>	Ensayo Hermeticidad				
5	V I A S	<b>Concreto</b>	Resistencia a la Compresión. Resistencia al módulo de Rotura.			
		<b>Asfalto</b>	Ensayo Marshall (Estabilidad, Flujo, Densidad) Extracción de Asfalto Granulometría por Mallas Control de temperatura			
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>						
<b>Externas</b>						
1	<b>Transformador de Distribución</b>	Medir continuidad en espiral de baja y alta tensión. Medir Ohmios a tabs en los debanados de alta y baja tensión				
2	<b>Tierras</b>	Verificar tierras de los límites de acuerdo a las normas de la ESSA ( 8 Ohmios para subestaciones)				
<b>Internas</b>						
3	<b>Instalación de aparatos (Tomacorrientes, Plafones, Interruptores)</b>	Toma de Voltaje				
4	<b>Redes Energizadas</b>	Toma de voltaje para verificar regulación				

## ANEXO 2    DIS-FO-07 CONTROL DISTRIBUCIÓN PLANOS

<b>CONTROL DISTRIBUCIÓN DE PLANOS</b>				<b>CÓDIGO</b>	<b>DIS-FO-07</b>	
				<b>VERSIÓN</b>	<b>7</b>	
<b>Proyecto:</b>						
Información del Plano				Recibido Internamente por:		
Código	Contenido	VERSION (aaaa-mm-dd)	# cop	Fecha	Nombre	Firma recibido
#0		1899-12-30				



### ANEXO 3 CTR-FO-45 DENSIDAD DE CAMPO CONO-ARENA

<b>DENSIDAD DE CAMPO MÉTODO CONO-ARENA</b>	<b>CODIGO</b>	CTR-FO-45
	<b>VERSION</b>	1

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

DENSIDAD					
N°	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 <sup>3</sup> )					
Volumen hueco (cm <sup>3</sup> )					
Peso material extraído (g)					
Peso específico húmedo (g/cm <sup>3</sup> )					
Peso específico seco (g/cm <sup>3</sup> )					
Peso específico máximo (g/cm <sup>3</sup> )					
<b>COMPACTACIÓN %</b>					
<b>ESPECIFICACIÓN MÍNIMO %</b>					
<b>PROCTOR N°</b>					

HUMEDAD					
P1 (g)					
P2 (g)					
P3 (g)					
<b>HUMEDAD (%)</b>					
<b>HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>					

<b>OBSERVACIONES :</b>

\_\_\_\_\_  
LABORATORISTA

\_\_\_\_\_  
DIRO / RESI

### ANEXO 3 CTR-FO-16 REPORTE DENISDADES DE CAMPO

	<b>REPORTE DE DENSIDADES DE CAMPO</b>	CODIGO	CTR-FO-16
		VERSION	5

OBRA:

\_\_\_\_\_

UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

EQUIPO: \_\_\_\_\_

CONTRATISTA:

\_\_\_\_\_

ALTURA DE RELLENO: \_\_\_\_\_

RESIDENTE: \_\_\_\_\_

ESPESOR DE CAPA: \_\_\_\_\_

# DE CAPAS: \_\_\_\_\_

					OBTENIDO									
FECHA	LOCALIZACION	CAPA#	COTA	Profund.	Dens. Hum.	Dens. Seca	% Humed.	% Compac.	Mod.Suel.	Dens.Max.	Hum.Opti.	Especif.	Repeticion	Fecha Rep

\_\_\_\_\_  
RESI

\_\_\_\_\_  
LABO



## ANEXO 6 INFORME DE CALIDAD.

Informe de cumplimiento de calidad Mayo 1 a Mayo 31 de 2011

PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE MUESTRAS Y PRUEBAS A EJECUTAR A 15 DE ABRIL DE 2011	100.3%
PORCENTAJE DE AVANCE DE ENSAYOS PROGRAMADOS.	80.6%

- **DENSIDADES:**

Se tomaron 85 densidades, 12 de las cuales dieron no conformidades al no cumplir con el 95% del PM:

<i>Número densidades</i>	<i>Descripción</i>	<i>Repetición realizada</i>	<i>Pendiente repetición</i>	<i>Inconformidad cerrada</i>
1	Relleno Alc. Domiciliaria Lote 66 Vía 1	X		X
1	Relleno Alc. Negras PR 6 - 7 Vía 1 Capa 9	X		X
1	Relleno Alc. Negras PR 6 - 7 Vía 1 Capa 11	X		X
1	Relleno Alc. Negras PR 7 - 8 Vía 1 Capa 11	X		X
1	Relleno Alc. Negras PR 6 - 7 Vía 1 Capa 13	X		X
1	Relleno Alc. Negras PR 1 - 2 Vía 1 Capa 7	X		X
1	Relleno Alc. Negras PR 1 - 2 Vía 1	X		X
1	Relleno Alc. Negras PR 2 - 3 Vía 1	X	X	
1	Relleno Alc. Negras PR 2 - 3 Vía 1	X		X
1	Relleno Alc. Domiciliaria lote 72 Vía 1	X		X
1	Relleno Alc. Domiciliaria lote 63 Vía 1	X		X
1	Relleno Alc. PR 5 Vía Peatonal	X		X
<b>12</b>	<b>TOTAL</b>			

- A la fecha se han tomado 1275 densidades de las 1460 programadas
- Se anexa cuadro cumplimiento de calidad.

## ANEXO 7 CTR-FO-30 LISTADO VERIFICACIÓN FLEXOMETROS

Proyecto: \_\_\_\_\_

Hoja \_\_\_\_\_

No	FECHA	RESPONSABLE	CARGO	MARCA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

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.

**ANEXO 7 CTR-FO-71 VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE APARATOS TOPOGRÁFICOS**

<b>VERIFICACION Y AJUSTE DE APARATOS TOPOGRAFICOS</b>				<b>CODIGO</b>	<b>CTR-FO-71</b>																																			
				<b>VERSION</b>	<b>2</b>																																			
<b>OBRA</b>		<b>FECHA</b>	<b>EQUIPO</b>																																					
<b>ACTIVIDAD</b>			<b>TEODOLITO</b>	<b>ESTACION</b>	<b>TRANSITO</b>																																			
<b>CONTRATISTA</b>			<b>MARCA</b>	<b>PRECISION</b>	<b>APROXIMACION</b>																																			
<b>CARTERA</b>			<b>PLANO</b>																																					
<table border="1" style="width: 100%; height: 100px; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																								
<b>CALCULOS NIVEL</b> ERROR 1 = (Diferencia A,B) - (Diferencia A´B´) = ERROR 2 = (DiferenciaB,C) - (Diferencia B´,C´) = ERROR 2 = (DiferenciaC,D) - (Diferencia C´,D´) = ERROR PERMISIBLE= <b>CALCULOS TEODOLITO</b> ANGULO DE CIERRE (LECTURA PUNTO 4): ERROR ANGULAR = Lectura punto 4 - 90° = ERROR ANGULAR PERMISIBLE = a * n^ ½ = DISTANCIA ENTRE PUNTO 4 Y PUNTO 1= ERROR EN DISTANCIA PERMISIBLE= 1 cm.			<b>OBSERVACIONES</b>																																					

\_\_\_\_\_  
**TOPOGRAFO**

\_\_\_\_\_  
**AUXO**  
106

\_\_\_\_\_  
**RESI**

## ANEXO 7 CTR-FO-XX VERIFICACIÓN DE MANÓMETROS

	<b>VERIFICACIÓN DE MANÓMETROS</b>	CODIGO:	CTR-FO-XX
		VERSION:	A

OBRA: \_\_\_\_\_

DIRO O RESI: \_\_\_\_\_

ELABORO: \_\_\_\_\_

FECHA DE VERIFICACIÓN: \_\_\_\_\_

MANÓMETRO PATRÓN				PRUEBA DE PRESIÓN					APROBACIÓN		
NÚMERO	CONTRATISTA	MARCA - REFERENCIA	FECHA DE CALIBRACIÓN	INICIA		TERMINA		DIFERENCIA	REVISÓ	Calificación (B)	PRODUCTO NO CONFORME
				Hora	Psi	Hora	Psi	Δpsi (A)			Descripción PNC (C)
PATRÓN	URBANAS S.A							N.A			

MANÓMETRO EN OBRA				PRUEBA DE PRESIÓN					APROBACIÓN		
NÚMERO	CONTRATISTA	MARCA - REFERENCIA	FECHA DE COMPRA	INICIA		TERMINA		DIFERENCIA	REVISÓ	Calificación (B)	PRODUCTO NO CONFORME
				Hora	Psi	Hora	Psi	Δpsi (A)			Descripción PNC (C)

NOTA 1: Presiones para el ensayo de Hermeticidad -NTC 1500		NOTA 2:		NOTA 3:	
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 ASME B40.100 o una clase de precisión 5 según la NTC 2263.	A	Se realiza con respecto al manómetro patrón al finalizar la prueba	
1000 Kpa (145 Psi) para pruebas hidrostáticas ó acorde a la capacidad del manómetro patrón.	30 Minutos		B	A) Aprobado R) Rechazado	
		C	Se describe el producto no conforme y la acción tomada acorde a lo observado en la prueba cuando ésta sea rechazado		
<b>NOTA 4:</b> Se debe anexar un registro fotográfico de la prueba realizada (flauta)					

## ANEXO 7 CTR-FO-25 CONTROL REDES HIDRAULICAS INTERNAS

<b>CONTROL DE REDES HIDRAULICAS INTERNAS</b>	<b>CODIGO:</b>	CTR-FO-25
	<b>VERSION:</b>	3

OBRA: \_\_\_\_\_

DIRO O RESI: \_\_\_\_\_


CONTRATISTA: \_\_\_\_\_

PRESION ESPECIFICADA: \_\_\_\_\_

PRESION DE ENSAYO: \_\_\_\_\_

CASA/APTO	FECHA			INICIA		TERMINA		REVISO	CALIFICACION		PRODUCTO NO CONFORME						
	Día	Mes	Año	Hora	Psi	Hora	Psi		Aprobada	Rechazada	Ubicación PNC (A)	Descripción PNC	Acción Tomada (B)	Verificado por:			
<b>NOTA 1:</b> Presiones para el ensayo de Hermeticidad								<b>NOTA 2:</b>				<b>NOTA 3:</b>					
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 ASME B40.100 o una clase de precisión 5 según la NTC 2263.								<b>A</b>	<b>B</b>
1000 Kpa (145 Psi)					2 Horas											1). Casa	1). Reproceso
								2). Apartamento	2). Liberación								
										3). Reparación							
<b>NOTA 4:</b> Solo se diligenciará el producto no conforme en los apartamentos donde la prueba de hermeticidad sea rechazada																	

**Anexo 8      FORMATO DE INSCRIPCIÓN AL EXAMEN PARA OPTAR EL CARNÉ DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.**

 Libertad y Orden República de Colombia INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA <b>INGEOMINAS</b>	FORMATO DE INSCRIPCIÓN AL EXAMEN PARA OPTAR AL CARNÉ DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	VERSIÓN: 1
		F-NUC-RAD-003
		Pág 1 de 1

1. Nombres y apellidos completos: \_\_\_\_\_

2. Cédula de ciudadanía: \_\_\_\_\_

3. Correo electrónico ( A éste correo serán enviados los datos para la presentación del examen y los resultados del mismo):  
 \_\_\_\_\_

4. Dirección de correspondencia: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

5. Teléfono de contacto: \_\_\_\_\_

6. Empresa donde labora o laborará: \_\_\_\_\_

7. Seleccione con una "X" en el cuadro correspondiente la práctica a la cual va a aplicar:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Gammagrafía industrial      | <input type="checkbox"/> Investigación          |
| <input type="checkbox"/> Medidores Nucleares Fijos   | <input type="checkbox"/> Radioterapia           |
| <input type="checkbox"/> Medidores Nucleares Móviles | <input type="checkbox"/> Medicina Nuclear       |
| <input type="checkbox"/> Perfilaje de Pozos          | <input type="checkbox"/> Irradiadores de Sangre |
| <input type="checkbox"/> Trazadores Radiactivos      | <input type="checkbox"/> Producción de Isotopos |

8. Seleccione con una "X" en el cuadro correspondiente la sede donde desea presentar el examen:

- |  |                                 |                                    |
|--|---------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Bogotá (sede CAN) | <input type="checkbox"/> Nobsa  | <input type="checkbox"/> Pasto     |
| <input type="checkbox"/> Valledupar        | <input type="checkbox"/> Cúcuta | <input type="checkbox"/> Popayán   |
| <input type="checkbox"/> Medellín          | <input type="checkbox"/> Ibagué | <input type="checkbox"/> Manizales |
| <input type="checkbox"/> Bucaramanga       | <input type="checkbox"/> Cali   |                                    |

NOTA 1: En caso de aprobar el examen de protección radiológica y que haya sido presentado en alguna de las regionales diferentes a Bogotá, éste será enviado a la dirección de correspondencia especificada en este documento; si el examen se presenta en la ciudad de Bogotá deberá reclamarse en las instalaciones de Ingeominas de la Sede CAN (Cra. 50 No. 26-20 Bloque F)

NOTA 2: Es obligatorio el diligenciamiento completo de todos los numerales, en caso contrario no se realizará la inscripción

NOTA 3: El diligenciamiento de este formato no implica inscripción, la confirmación se enviará al correo electrónico especificado por el solicitante, en la confirmación se especificará el código de inscripción asignado.

# ANEXO 9 CONTENIDO TEMÁTICO DEL MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.



**INGEOMINAS**

GRUPO DE SEGURIDAD NUCLEAR Y PROTECCION RADIOLOGICA  
Diagonal 53 34-53. Bogotá D.C. Tel: 3-242279 Fax: 3-153059

## CONTENIDO TEMATICO DEL MANUAL DE PROTECCION RADIOLOGICA

### Capítulo 1. ASPECTOS GENERALES

**1.1 Objetivo y Alcance:** deberá establecerse el objetivo, tipo de práctica o aplicación con material radiactivo, descripción de las fuentes radiactivas y los equipos asociados, la instalación a la cual es aplicable (incluyendo plano) y las personas para las que es obligatorio el cumplimiento del Manual.

**1.2 Definiciones:** deberá indicarse el significado de los términos de uso exclusivo en la instalación radiactiva, o que tengan un significado específico en el manual.

Deberá incluirse el significado de abreviaturas y siglas que se empleen en el documento.

**1.3 Organización y responsabilidades:** deberá establecerse la organización de las personas a las cuales compete el cumplimiento del manual y sus responsabilidades relativas a la protección radiológica. Organigrama de la empresa con sus funciones.

**1.4 Revisiones:** frecuencia de revisión. Situaciones en las cuales debe ser revisado.

**1.5 Control Administrativo:** Responsable, copias a generar, retirada de ejemplares obsoletos y distribución de copias.

### Capítulo 2. DETERMINACION DE PARAMETROS RADIOLOGICOS

En este capítulo deberá presentarse información respecto de la clasificación, con fines de protección radiológica, de las personas, de las zonas y de los accesos. Deberá informarse, además, los valores adoptados para los límites operacionales y los niveles de referencia.

#### 2.1 Clasificación radiológica

- **Clasificación del personal:** deberá indicarse la clasificación, con fines de protección radiológica, de las personas que desarrollen habitualmente sus labores en la instalación.
- **Clasificación de zonas:** deberá indicarse, en un plano o diagrama de la instalación, la clasificación de las zonas, de acuerdo a las dosis anuales esperadas y al tipo de radiaciones existentes.
- **Clasificación los accesos y señalización de áreas:** deberán indicarse en un plano de la instalación las zonas y su clasificación, así como las rutas de ingreso a las zonas controladas. Se debe describir el tipo de control que existe para el ingreso a zonas controladas.

#### 2.2 Determinación de límites y niveles

- **Límites operacionales (límites de dosis):** deberá incluirse una estimación de los valores operacionales de dosis, para todas las zonas de la instalación.
- **Niveles de referencia:** deberá especificarse los niveles de referencia de dosis, que se utilizarán en todas las zonas de la instalación.

### Capítulo 3. PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD

Procedimientos de seguridad que se aplicarán en la utilización de los equipos y fuentes radiactivas.

En este capítulo del manual se establecen los procedimientos que deberán seguir las personas autorizadas para ingresar a las zonas controladas y supervisadas de la instalación.

Son indispensables procedimientos escritos, los cuales deben estar dirigidos a personal específico dentro del grupo de trabajo (por ejemplo los médicos, físicos, operarios, supervisores etc.), en donde se definan las responsabilidades y funciones de cada persona para garantizar el cumplimiento de las regulaciones en materia de protección radiológica.

### Capítulo 4. VIGILANCIA RADIOLOGICA

En este capítulo del manual deberá incluirse el programa de vigilancia radiológica de las zonas de trabajo de la instalación y de las personas ocupacionalmente expuestas.

**4.1. Vigilancia rutinaria (zonas de trabajo):** medición de los niveles de radiación en zonas controladas y supervisadas. Se debe definir quién es la persona responsable de realizar estas tareas y el tipo de equipos que se utilizan.

**4.2. Vigilancia especial:** en caso de operaciones especiales con las fuentes, como por ejemplo recambio de fuentes, preparación de sondas, traslado de fuentes.

**4.3. Vigilancia radiológica de las personas:** en condiciones normales (uso de dosímetros por el personal ocupacionalmente expuesto); en condiciones incidentales o accidentales (notificación a la Autoridad Reguladora, acciones preventivas y correctivas)

#### **Capítulo 5. MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS**

En este capítulo del Manual deberán especificarse los programas de mantenimiento y calibración de los instrumentos, tanto fijos como portátiles, que se utilicen en la vigilancia radiológica de la instalación, así como de los equipos utilizados para la práctica.

#### **Capítulo 6. CAPACITACION DEL PERSONAL**

En este capítulo del Manual de Protección Radiológica deberá describirse la capacitación que recibirá el personal de la instalación, con el fin de garantizar tanto su propia seguridad radiológica como la del público.

#### **Capítulo 7. SEGURIDAD FISICA DE LAS FUENTES**

En este capítulo del manual se deberá hacer una descripción detallada de todos los dispositivos de seguridad que impidan la pérdida, robo o deterioro de las fuentes radiactivas durante recepción de las fuentes, almacenamiento, manipulación, uso en pacientes y gestión como fuentes en desuso

#### **Capítulo 8. TRANSPORTE DE MATERIAL RADIOACTIVO**

Este capítulo deberá contener los procedimientos empleados para el transporte de material radiactivo

#### **Capítulo 9. PLAN DE EMERGENCIAS RADIOLOGICAS**

En este capítulo del manual se deberá determinar la categoría de los sucesos posibles que puedan ser considerados como incidente o accidente en la instalación de acuerdo con la severidad o magnitud de sus consecuencias radiológicas. Para ello se deberá tener en cuenta la extensión geográfica posiblemente afectada y consecuencias radiológicas en los trabajadores, público y medio ambiente.

Los procedimientos deben indicar las medidas a tomar en caso de emergencias. Las instrucciones deben especificar cuándo se implementan, así como la persona que deberá ser notificada y a las organizaciones nacionales involucradas en la respuesta de emergencia

#### **Capítulo 10. GESTION DE FUENTES EN DESUSO**

Contiene las acciones previstas para el manejo seguro de los desechos generados y de las fuentes radiactivas una vez sean declaradas en desuso, así como la reserva presupuestal para garantizar una gestión adecuada de estas.

#### **Capítulo 11. REGISTROS**

En este capítulo se definen todos los documentos que contendrán información importante para evaluar la calidad de las medidas de protección radiológica en la empresa, por cuánto tiempo se guardarán y quién es el encargado de su custodia.

**Algunos de ellos pueden ser:**

- Dosis individual.
- Informes de Mantenimiento.
- Informes de calibración.
- Bitácoras de operación.
- Documentación de las fuentes.
- Resultados de la comprobación de los dispositivos de seguridad.
- Calibración del sistema dosimétrico utilizado para la realización de la calibración de las fuentes
- Calibración o intercomparación del sistema dosimétrico utilizado en las mediciones de control
- Resultados del control de calidad
- Evaluación del entrenamiento y experiencia del personal calificado
- Informes de investigación de incidentes y accidentes
- Modificaciones a la instalación
- Documentación técnica suministrada de los equipos
- Inventario de fuentes o material radiactivo
- Recepción de material radiactivo
- Resultado de monitoreos
- Resultado de pruebas de fugas
- Etc.....

#### **Capítulo 12. PROTECCION AL PACIENTE EN PRÁCTICAS MÉDICAS**

Este capítulo deberá contener todos los procedimientos de protección radiológica que se aplican al paciente, teniendo en cuenta los principios básicos de la Protección Radiológica (Título V de la Resolución 18 1434 de 2002).

#### **Capítulo 13. PROTECCION AL PÚBLICO EN GENERAL**

Este capítulo deberá contener todos los procedimientos de protección radiológica que se aplican al público, teniendo en cuenta los principios básicos de la Protección Radiológica (Título VI de la Resolución 18 1434 de 2002).

# Anexo 10 FORMATO DE SOLICITUD DE LICENCIA DE MANEJO DE MATERIAL RADIATIVO.



UNIDAD DE SEGURIDAD NUCLEAR, PROTECCION RADIOLOGICA Y GESTION AMBIENTAL  
 Av. 26 carrera 50. A.A. 8595. Bogotá D.C.  
 Fax: 3-153059

## FORMATO DE SOLICITUD DE LICENCIA DE MANEJO DE MATERIAL RADIATIVO

Al diligenciar este formulario, lea cuidadosamente la guía de llamadas

1. Datos de la persona, natural o jurídica que maneja el material radiactivo:

Nombre o razón social: \_\_\_\_\_ NIT: \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

2. Número y fecha de la licencia anterior: \_\_\_\_\_

3. Fecha de la presente solicitud: \_\_\_\_\_

4. Lugar de aplicación de las fuentes (ciudad, dirección y horario de trabajo): \_\_\_\_\_

5. A. Nombre y apellido del responsable de la protección radiológica ante el instituto por todas las circunstancias que deriven del uso del material radiactivo mencionado en el numeral 6 y 8 de este formulario:

c.c.: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_ No. Carné P.R.: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_ Experiencia: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

B. Otras personas que intervienen en la práctica con el material radiactivo\*:

Nombre y apellido	Cédula	Profesión	Experiencia	No. Carné P.R.

\*Si es necesario adicione hojas con la información del personal

6. Descripción de las fuentes selladas\* (a). Si no maneja fuentes selladas salte al punto 8.

	Serie (b)	Modelo	Radionúclido (c)	Actividad inicial (d)	Fecha inicial (e)	Equipo asociado (f)	Forma física (g)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

\*Si es necesario adicione hojas con la información de las fuentes

Usa estas mismas fuentes en otra institución?: \_\_\_\_\_

El material antes mencionado es importado por la entidad solicitante?: \_\_\_\_\_

En caso negativo indicar quién(es) lo suministra(n): \_\_\_\_\_

7. Detalles adicionales para fuentes selladas\*

	Bulto Tipo, Contenedor (h)	Procedencia (k)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

\*Si es necesario adicione hojas con la información de las fuentes

8. Descripción de las fuentes abiertas\*. (Si no se manejan fuentes abiertas salte al punto 9)

	Radionuclido (c)	Actividad unitaria (l)	No. (m)	Forma física (g)	Recipiente contacto (i)	Recipiente de Blindaje (j)	Procedencia (k)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

\*Si es necesario adicione hojas con la información de las fuentes

Usa estas mismas fuentes en otra institución?: \_\_\_\_\_

El material antes mencionado es importado por la entidad?: \_\_\_\_\_

En caso negativo indicar quién(es) lo suministra(n): \_\_\_\_\_

9. Indique en que práctica utilizará las fuentes radiactivas relacionadas en 6 y 8 (n):

\_\_\_\_\_

10. Instrumentos medidores de radiación de los cuales se dispone a la fecha de solicitud (o)

Equipo (p)	Casa Fabricante	Modelo

11. Monitores de radiación para seguridad radiológica\*

Casa fabricante	Modelo (q)	Ind. Mínima (r)	Ind. Máxima (s)	Serie. (t)	Radiación (u)

\*Si es necesario adicione hojas con la información de los instrumentos

12. Otros accesorios para seguridad radiológica (v): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13. Indique si el personal que maneja el material radiactivo cuenta con servicio de dosimetría. En caso afirmativo señale el método, la periodicidad de registro. Ej. dosimetría película mensual: \_\_\_\_\_

14. Calibración de instrumentos relacionados con el numeral 11. Entidad que los calibra y frecuencia: \_\_\_\_\_

15. Reglamento de seguridad, remita un ejemplar de su reglamento interno de seguridad radiológica (w).

16. Declaración juramentada:

La entidad solicitante, por intermedio de la persona que presente esta solicitud, en nombre de ella manifiesta que el formulario y las hojas adicionales que pudieran acompañarlo han sido diligenciados con conocimiento de las normas legales en vigencia y que la información suministrada es verdadera y correcta. Además esta obligada a reportar al INGECOMINAS, cualquier accidente o incidente radiológico.

\_\_\_\_\_  
Nombre del firmante (Rep. Legal)

Cargo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma y cédula

17. Número de hojas adicionales: \_\_\_\_\_

## ANEXO 11 REQUISITOS PARA OTORGAR LA LICENCIA DE MANEJO DE MATERIAL RADIATIVO.



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA  
GRUPO DE SEGURIDAD NUCLEAR Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

### REQUISITOS PARA OTORGAR LA LICENCIA DE MANEJO DE MATERIAL RADIATIVO

1. Presentar la solicitud en el formato establecido para el efecto.
2. Certificado de constitución en Cámara de Comercio.
3. Adjuntar fotocopia del **Carné de Protección Radiológica VIGENTE**, expedido por el INGEOMINAS, tanto de la persona responsable de la protección radiológica en la empresa, como de las ocupacionalmente expuestas a las radiaciones ionizantes.
4. Adjuntar el **Manual de Protección radiológica**, propio del laboratorio o instalación (ver anexo con el contenido temático).
5. Adjuntar copia de todos los **reportes de dosis** correspondientes al último año, del personal relacionado en el numeral 5 del formulario de solicitud.
6. Adjuntar copia de los **certificados de calibración** de los instrumentos descritos en el numeral 11 del formulario. Estos equipos deben estar disponibles en la instalación.
7. Adjuntar fotocopia del **certificado de las fuentes** expedido por el fabricante ( para fuentes selladas ).
8. Adjuntar fotocopia legible del **recibo de consignación**, indicando el N.I.T. de la empresa, por valor de \$45.126.00 a la cuenta "INGEOMINAS Recursos Propios" No. 049-05955-3 del Bancafé, sucursal Galerias de Bogotá D.C. (valor que corresponde al costo de estudio y trámite de la Licencia).

### OBSERVACIONES:

La licencia ampara únicamente el material radiactivo listado en ella y en el lugar descrito en el plano de la instalación.

El empleo de material radiactivo distinto al autorizado en cantidades o en actividades diferentes requiere la aprobación de una nueva licencia o la modificación de la misma.

Es obligatorio informar oportunamente el cambio del responsable de la protección radiológica, la venta de las fuentes o su declaración como desechos, mediante nota dirigida al Grupo de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica, Av. El Dorado con Carrera 50 esquina Bloque F. en Bogotá D.C.

La licencia de manejo no autoriza la **Importación** del material radiactivo. Para tal efecto es necesario tramitar ante esta Dependencia la respectiva Licencia.

El valor cancelado a INGEOMINAS solamente ampara el costo de estudio de la licencia. Si se requiere estudios adicionales o nuevos estudios de la documentación después de haber sido devuelta, estos deberán ser cancelados nuevamente por el usuario.

Para la expedición de la Licencia, esta dependencia realizará una inspección a la instalación con el fin de verificar la información suministrada en la solicitud. El costo de ésta debe ser cubierto por el usuario, de acuerdo a nuestra cotización. Se exceptúan de la inspección las instalaciones de Radioinmunoanálisis.