

**Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**

**UNPHU**

**Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Escuela de Ingeniería Civil**

**Análisis crítico y medidas correctivas recomendadas para el “Reglamento para la seguridad y protección contra incendios”, R-032, Decreto No. 85-11**



**Trabajo de grado presentado por Yurismil Karina Mirambeaux Pavón y Gilberto Alfredo Rojas Ovalles para la obtención del grado de Licenciado en ingeniería civil.**

**Santo Domingo, D.N.**

**2014**

Publicado originalmente por Yurismil K. Mirambeaux Pavón y Gilberto A. Rojas Ovalles.

“Derechos reservados. La publicación parcial o total del presente documento debe responder a autorización expresa de sus autores y de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Por condición de propiedad”

“Las opiniones y consideraciones emitidas en el presente trabajo de investigación son exclusiva responsabilidad de sus autores, eximiéndose la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña de responsabilidad por las consecuencias, daños, o perjuicios tales como perjuicios de valor que pudieran ocasionar a terceras personas o instituciones.

Impreso en República Dominicana, Santo Domingo. Tesis de Licenciatura en Ingeniería civil, Facultad de ciencias y tecnología, Escuela de Ingeniería civil. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Derechos Reservados © 2014.

## **Agradecimientos**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida de llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres por su apoyo en todo momento, por sus sabios consejos, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Pero sobre todo por creer siempre en mí, por aceptar mis virtudes y mis fallos y por esos abrazos de consuelo cuando estaba triste y por celebrar conmigo mis triunfos.

A mis hermanas gracias por entenderme y ayudarme cuando más lo necesito, por enseñarme que no hay límites, que lo que me proponga lo puedo lograr y que solo depende de mí. A mi abuela por inspirarme cada día a luchar por alcanzar mis metas y que mi fuerza reside únicamente en mi tenacidad. A mis amigas y compañeras de estudio gracias por sus consejos y por esa amistad sincera.

A Gilberto Rojas por haber sido un excelente compañero de tesis, y amigo, por haberme tenido la paciencia necesaria y motivarme a seguir adelante. Gracias a todos mis profesores en el transcurso de mi carrera por los conocimientos transmitido en las horas de clases y haber contribuido en mi formación profesional. Le agradezco por la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mi asesora Ing. Roselyn Rodríguez y profesor Ing. Miguel Bacha por haber compartido conmigo sus conocimientos.

Yurismil M.P.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, le agradezco a Dios por la vida y las oportunidades que me regaló, por cuidar siempre mis pasos, guiarme en el camino y permitirme culminar esta etapa.

A mi padre, por su amor incondicional, por su sacrificio, por aún con mis defectos, con los errores y tropiezos en el camino nunca bajar los brazos, por creer siempre en mí cuando yo no creía, por impulsarme a ser un profesional preparado y proporcionarme los medios para hacerlo posible, por la confianza depositada en mí para poder seguir sus pasos. El mérito es más tuyo que mío, sin ti no hubiera podido lograrlo.

A mi madre por el amor brindado, por ir de la mano conmigo a lo largo de toda mi vida, por sus consejos y su dedicación en mi formación personal y profesional, por su corazón siempre visualizando al hombre del mañana.

A Yurismil Mirambeaux por ser una gran compañera de tesis y amiga, por su dedicación y esfuerzo en nuestro trabajo de grado para avanzar a la siguiente etapa.

A mis profesores, por transmitirme sus conocimientos y el esfuerzo puesto en mi formación profesional.

A mis asesores Ing. Roselyn Rodríguez e Ing. Miguel Bacha por las enseñanzas y el tiempo brindado.

Gilberto R.O

# Índice

Índice de Tablas.....	VIII
Índice de Ilustraciones .....	IX
Anexos .....	X
Summary.....	XI
Resumen .....	XI
Introducción.....	1
Capítulo I.....	2
El problema de investigación .....	2
Planteamiento y formulación del problema de investigación.....	2
Preguntas de Investigación. ....	3
Objetivos.....	3
Objetivo general. ....	3
Objetivos específicos.....	4
Justificación.....	4
Alcances y límites.....	6
Antecedentes.....	6
Marco Contextual. ....	8
Capítulo II - Marco Teórico.....	9
Propiedades físicas y químicas del agua.....	10
Triángulo de fuego.....	11
La transmisión de calor.....	11
Métodos de extinción del fuego .....	12
Clasificación del fuego .....	12
Resistencia al fuego .....	13
Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios.....	13
Capacidad de circulación del agua en el sistema de seguridad y protección contra incendios.....	14
Seguridad frente al fuego de las estructuras .....	15
Agentes Extintores.....	17

Extintores de incendios.....	17
Red de agua contra incendios .....	19
Detección manual de incendios .....	25
Detección automática de incendios .....	25
Señalización.....	26
Marco conceptual .....	28
Capítulo III- Marco Metodológico .....	30
Formulación de la hipótesis.....	30
Operacionalización de las variables .....	30
Tipo de investigación .....	31
Métodos de investigación.....	31
Procedimiento.....	32
Técnicas de investigación.....	33
Instrumentos .....	33
Método de Muestreo.....	33
Criterios de selección de la muestra .....	34
Método para el análisis de datos.....	34
Capítulo IV- Resultados .....	35
Implementación del Reglamento en la República Dominicana.....	35
Los criterios y medidas de diseño a modificar. ....	36
Pruebas para la determinación de nuevos requisitos mínimos de diseño (caudal y presión).....	38
Ensayo teórico .....	38
Ubicación.....	39
Uso de la edificación .....	39
Características de la Torre Da Vinci.....	39
Disponibilidad del edificio de un sistema contra incendios .....	40
Exigencias del Sistema contra incendios.....	40
Equipos .....	41
Bombas para uso de un sistema contra incendios.....	41
Recomendación del diseño del sistema contra incendio a instalar en la Torre Da Vinci	41
Análisis del riesgo .....	41

Método de extinción a utiliza .....	42
Selección del sistema de rociadores a utilizar .....	42
Selección del sistema de bombeo .....	43
Bocas de incendio equipadas .....	43
Plan de mantenimiento preventivo y pruebas del sistema.....	44
Criterios de diseño hidráulicos recomendados. ....	44
Gráficos. ....	47
Ensayo Práctico .....	48
Costos .....	51
Cotización para el caso del diseño contra incendios del reglamento .....	51
Cotización para el caso del diseño contra incendios recomendado.....	52
Conclusiones.....	53
Bibliografía.....	55

## Índice de Tablas

Tabla 1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo de incendios en edificios (Valencia, 2008).....	13
Tabla 2 Comportamiento en condiciones de incendios de materiales de construcción (Catalán, Marzo 2007).....	16
Tabla 3 Operacionalización de las variables .....	31
Tabla 4 Datos de cálculo de la bomba (Reglamento).....	36
Tabla 5 Cálculo de la pérdida por fricción de la bomba (Reglamento).....	37
Tabla 6 Notas del cálculo de la bomba (Reglamento).....	37
Tabla 7 Cálculo del TDH de la bomba (Reglamento).....	37
Tabla 8 Cálculo del HP de la bomba (Reglamento).....	37
Tabla 9 Datos del cálculo del caudal (Recomendación).....	44
Tabla 10 Cálculo del caudal (Recomendación).....	44
Tabla 11 Datos del cálculo de la bomba (Recomendación).....	45
Tabla 12 Cálculo de la pérdida por fricción de la bomba (Recomendación).....	45
Tabla 13 Notas del cálculo de la bomba (Recomendación).....	45
Tabla 14 Cálculo del TDH de la bomba (Recomendación).....	46
Tabla 15 Cálculo del Hp de la bomba (Recomendación).....	46
Tabla 16 Criterios recomendados para un Sistema contra incendios.....	46
Tabla 17 Ensayo Práctico, Criterios recomendados.....	49
Tabla 20 Criterios utilizados para el análisis de costo.....	51

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Santo Domingo, República Dominicana (google earth, 2014).....	8
Ilustración 2 Triángulo de Fuego (Abreu, 2001).....	11
Ilustración 3 Extintores Permanentemente presurizados (Amerex Corporation, 2013).....	18
Ilustración 4 Extintores cuya presurización se realiza en el momento del empleo (Amerex Corporation, 2013).....	19
Ilustración 5 Red de agua contra incendios (Abreu, 2001).....	20
Ilustración 6 Hidrante (Amerex Corporation, 2013).....	20
Ilustración 7 Bocas de incendios equipadas (Abreu, 2001).....	21
Ilustración 8 Partes de un Boca de incendio equipada (Blanco, Febrero 2011).....	23
Ilustración 9 Rociadores automáticos (Abreu, 2001).....	24
Ilustración 10 Rociadores automáticos (Abreu, 2001).....	25
Ilustración 11 Detección automática de incendios (Abreu, 2001).....	26
Ilustración 12 Señalización de seguridad y protección contra incendios (Blanco, Febrero 2011).....	27
Ilustración 13 Señalización de emergencias en caso de incendio (Blanco, Febrero 2011).....	27
Ilustración 14 Torre de Da Vinci.....	38
Ilustración 15 Ubicación Torre Da Vinci. (google earth, 2014).....	39
Ilustración 16 Diseño en planta del Sistema contra incendios de la Torre Da Vinci del piso 1 al piso 10.....	47
Ilustración 17 Diseño en planta de la bomba contra incendios de la Torre Da Vinci.....	47
Ilustración 18 Sistema representativo contra incendios de la Torre Da Vinci.....	48
Ilustración 19 Ensayo Práctico, estación de bomberos.....	48
Ilustración 20 Ensayo Práctico, Manguera contra incendios.....	49
Ilustración 21 Ensayo Práctico, Caudal contra incendios.....	49
Ilustración 22 Ensayo Práctico, Presión contra incendios.....	50
Ilustración 23 Ensayo Práctico, Distancia de alcance.....	50

## **Anexos**

Anexo 1 Cronograma de Actividades.....	57
Anexo 2 Cotización de la bomba contra incendio (Recomendada) (Importadora Tropical, 2014).....	58
Anexo 3 Cotización de la bomba contra incendio (Reglamento) (Importadora Tropical, 2014).....	59
Anexo 4 Gráfico de selección de bomba contra incendios I (Importadora Tropical, 2014).	60
Anexo 5 Gráfico de selección de bomba II (Importadora Tropical, 2014).	61
Anexo 6 Foto I de ensayo práctico. ....	62
Anexo 7 Foto II ensayo práctico.....	62
Anexo 8 Foto III ensayo práctico. ....	63
Anexo 9 Foto IV ensayo práctico. ....	63
Anexo 10 Visita a los Bomberos, ensayo práctico. ....	64
Anexo 11 Visita a la Estación de Bomberos, Camión de bomberos. ....	64
Anexo 12 Ruta de la Estación de Bomberos. ....	65
Anexo 13 Visita a Toribio Mones, Equipos contra incendios, Extintores. ....	65
Anexo 14 Visita a Toribio Mones, Equipos contra incendios.....	65
Anexo 15 Visita a Toribio Mones, Equipos contra incendios, Evacuación. ....	66
Anexo 16 Visita a Toribio Mones, Equipos contra incendios, Sistema contra incendios....	66
Anexo 17 Visita a Sistema contra incendios de La sirena, Mantenimiento de B.I.E. ....	66
Anexo 18 Visita al sistema contra incendios de La sirena, mantenimiento de los rociadores. ....	67
Anexo 19 Visita al sistema contra incendios de La sirena, mantenimiento de Riser. ....	67
Anexo 20 Visita a sistema contra incendios de La sirena, Cisterna y Motor de bomba. ....	67
Anexo 21 Mantenimiento del cabezal de pruebas y baterías.....	68
Anexo 22 Mantenimiento del motor y la bomba contra incendios. ....	68
Anexo 23 Panel de control e hidrante contra incendios. ....	68

## **Summary**

Considering that it is a Dominican State duty guarantee the citizen security by means of the establishing of minimum requirements for the design and construction of projects. The “Regulation for the security and protection against fires R-032, Decree No. 85-11” has been imposed to the country chords to their national reality and the technological advances, but this regulation is a translated copy of a regulation of the United States that quotes the norms of The National Fire Protection Association (NFPA).

In such a way is essential to make some modifications to the present regulation to suit national circumstances for the construction sector and thus be able to offer some recommendations for the design (discharge and pressure) to allow projects tailored exclusively to Dominican Republic run. Besides that this new concept would mean cost savings by the reduced need for materials.

## **Resumen**

Considerando que es deber del Estado dominicano garantizar la seguridad ciudadana mediante el establecimiento de requisitos mínimos para el diseño y la construcción de las obras, acordes a nuestra realidad nacional y los avances tecnológicos, se ha impuesto al país el “Reglamento para la seguridad y protección contra incendios R-032, Decreto No. 85-11” pero dicho reglamento es una traducción de un reglamento de los Estados Unidos que cita las normas de la National Fire Protection Association (NFPA).

De tal manera es primordial que al presente reglamento se le hagan una serie de modificaciones que puedan adaptarlo a la realidad del país para el sector de la construcción y que se puedan recomendar nuevos requisitos de diseño (caudal y presión) que permitan la ejecución de proyectos con normas exclusivamente para República Dominicana. Además de que los costos de diseño estén acordes con los recursos necesarios para llevar a cabo los proyectos.

## **Introducción**

La asociación internacional más importante de ingenieros de protección contra incendios, ha adoptado la siguiente definición para el concepto de ingeniería de protección de incendios: “La ingeniería de protección contra incendios consiste en la aplicación de los conocimientos científicos y de los fundamentos de ingeniería, al diseño de las medidas necesarias para la protección de las personas y de su entorno frente a los incendios” (SFPE, 2000).

El día 24 de febrero del año 2011 el ex Presidente Leonel Fernández firmó el decreto 85-11 R-032 “Reglamento Para La Seguridad y Protección Contra Incendios”. Técnicamente el reglamento es del tipo referencial el cual se basa en citar directamente las normas de la National Fire Protection Association (NFPA) de los Estados Unidos (Rogríguez, 2013).

Para la implementación de un reglamento para la seguridad y protección contra incendios en República Dominicana se deben realizar una serie de estudios y pruebas que certifiquen que las medidas y criterios de diseño sean aplicables al país, en caso de que no lo sean el reglamento deberá ser analizado y modificado de acuerdo a la realidad nacional.

El modo más apto para llevar a cabo esta investigación es mediante un análisis crítico del presente reglamento y que se determinen qué criterios deberán ser cambiados mediante la evaluación de un conjunto de pruebas que permitan obtener resultados objetivos en cuanto a las medidas y normas de diseño así como cualquier otro aspecto que pueda ser modificado. Además de realizar un análisis de costos que permita evaluar los gastos previstos de las dos acciones con el fin de seleccionar la mejor opción o la más rentable.

# Capítulo I

## El problema de investigación

### Planteamiento y formulación del problema de investigación.

En la República Dominicana es de suma importancia para el sector de la construcción hacer uso de una serie de reglamentos que aporten las normas y requerimientos para el diseño y construcción de obras, con la consideración de que estas normas y requerimientos sean adaptados y acordes con la realidad del País.

El “Reglamento para la seguridad y protección contra incendios”, R-032, Decreto No. 85-11 es una traducción de un reglamento de los Estados Unidos que se ha impuesto al país sin tomar en cuenta las diferencias entre las naciones en cuanto a los parámetros de diseño.

Considerando la significación que tiene establecer medidas de seguridad y los requerimientos mínimos para el diseño y la construcción de los sistemas de protección contra incendios en la República Dominicana, esta investigación se propone realizar un análisis crítico de las medidas y criterios pautados en el reglamento, recomendando nuevos requisitos mínimos de diseño haciendo énfasis en los “caudales y presiones”. Todo esto con el fin de garantizar el control de los mismos, acorde con la realidad y los avances tecnológicos del país.

El análisis crítico del presente reglamento podrá aportar una serie de beneficios en lo que se refiere a contar con nuevas criterios enfocados y aplicados exclusivamente a la República Dominicana. Además de tener con seguridad normas para la debida concepción de los futuros proyectos.

## **Preguntas de Investigación.**

1. ¿Se lleva a cabo la implementación el Reglamento para la seguridad y protección contra incendios en el país?
2. ¿Cuáles criterios y medidas del Reglamento para la seguridad y protección contra incendios no están acordes con la realidad y avances tecnológicos del país?
3. ¿Cuál es el procedimiento a llevar a cabo para determinar nuevos requisitos mínimos de diseño (caudal y presión)?
4. ¿Cuáles serían el caudal y la presión de diseño apropiada para los proyectos nacionales?
5. ¿Cuál es el costo asociado al diseño contra incendios planteado en el reglamento y cuál al recomendado?

## **Objetivos**

### **Objetivo general.**

Realizar un análisis crítico de las medidas y criterios del Reglamento para la seguridad y protección contra incendios, recomendando nuevos requisitos mínimos de diseño haciendo énfasis en los “caudales y presiones”.

## **Objetivos específicos.**

- Investigar y analizar la implementación en el país del “Reglamento para la seguridad y protección contra incendios,” R-032, Decreto No. 85-11.
- Determinar los criterios y medidas de diseño que puedan ser modificados del reglamento con la finalidad de aportar nuevas normas que estén aptas para el sector constructivo del país.
- Realizar pruebas que determinen nuevos requisitos mínimos de diseño (caudal y presión).
- Determinar a base de cálculos hidráulicos el caudal y presión de diseño apropiada para los proyectos nacionales.
- Realizar un análisis de costos entre el diseño contra incendios planteado en el reglamento y el recomendado.

## **Justificación.**

Durante los últimos años la República Dominicana ha sido escenario de incendios de gran magnitud. Pocos dominicanos saben que en las estadísticas de incendios a nivel mundial de los últimos 10 años estamos en el lugar no. 8 con el siniestro ocurrido en la Cárcel Estatal de Higüey en el año 2005, donde lamentablemente murieron 134 personas (Rogríguez, 2013).

En los últimos 3 años han ocurrido varios incendios en nuestro país, entre ellos podemos citar: Ferretería Bellón, Santiago, agosto 2010. Almacén PROMESE CAL Santo Domingo, noviembre 2010, 9 muertos. Tienda La Sirena Luperón, Santo Domingo, Marzo 2011.

Tienda La Sirena Charles De Gaulle, Santo Domingo, septiembre 2011. Centro de Distribución Grupo Bravo, Santo Domingo, noviembre 2011. Ferretería Popular, Santo Domingo, marzo 2013. Edificio Residencial San Juan, Santo Domingo, mayo 2013. Almacén Pinturas Tropical, Santo Domingo, junio 2013 (Rogríguez, 2013).

Hemos sido afortunados que la mayor parte de los incendios han ocurrido en edificaciones comerciales, en horarios no laborables, y solo unas cuantas en edificaciones residenciales. Esto ha hecho que el número de víctimas fatales no haya aumentado de manera considerable (Rogríguez, 2013).

Los sistemas de protección contra incendios, al contrario de lo que sucede con otros sistemas de uso común en la edificación civil o industrial, tales como las instalaciones de climatización, eléctricas, sanitarias, etc., no son contrastables a través de su funcionamiento cotidiano. Sin embargo, los sistemas contra incendios deben reunir niveles imprescindibles de eficacia y fiabilidad que satisfagan los fines de seguridad contra incendios, para la protección de las personas y bienes contra el fuego. El diseño e instalación de esas medidas, de forma eficaz y fiable, solamente puede conseguirse mediante la aplicación de normas, estándares y códigos que las regulan (SFPE, 2000).

Por estas razones es primordial que se establezcan requerimientos de diseños hidráulicos que proporcionen las facilidades necesarias para prevenir los incendios o controlarlos en sus inicios, aplicables a todas las edificaciones que se encuentren en el territorio nacional. Y además que estén aptas para el sector de la construcción del país.

## **Alcances y límites**

El presente estudio es una evaluación del “Reglamento para la seguridad y protección contra incendios”, R-032, Decreto No. 85-11, para la recomendación de medidas correctivas con el propósito de modificar normas y criterios presentes en el reglamento. Todo esto con el fin de garantizar el control de los mismos, acorde con la realidad y los avances tecnológicos de República Dominicana.

Se realizaran pruebas para determinar los nuevos criterios hidráulicos, específicamente el caudal y la presión de diseño, así como cualquier otro criterio que deba tomarse en cuenta. Además se realizara un análisis de costo entre el diseño contra incendios del Reglamento y un análisis de costo del diseño recomendado.

## **Antecedentes**

El “Reglamento para la seguridad y protección contra incendios R-032, Decreto No.85-11” salió en vigencia en el país en el año 2008 y se le otorgó cinco años para su implementación en todas las edificaciones públicas y privadas, al no cumplirse esta demanda en el 2013 se le concedió otro año, pero como todavía faltan muchas edificaciones por cumplir con las normas del reglamento se espera que para finales de marzo del 2015 se implemente el reglamento en todas las edificaciones nacionales (Jesús, 2014).

En República Dominicana siempre han habido pocas compañías que se dediquen a la aplicación de Sistemas de seguridad y protección contra incendios, antes de que se halla impuesto al país el “Reglamento para la seguridad y protección contra incendios”, R-032,

Decreto No. 85-11, generalmente estos sistemas se basaban en aplicar los criterios de ingenieros que mediante cálculos de diseño y pruebas representativas determinaban las normas de diseño (Rodríguez, 2014).

El Reglamento para la seguridad y protección contra incendios en la República Dominicana se implementa poco, ya que apenas cinco o seis compañías implementan el reglamento de forma efectiva, incluso no todas estas lo implementan en su totalidad ya que algunas solo aplican aquellos criterios en los que están de acuerdo mientras que otros son obviados (Toribio, 2014).

Además hay que tener presente que muy pocas localidades se permiten la colocación de sistemas contra incendios, principalmente son aquellas que por obligación lo necesitan como grandes industrias o plazas, sin embargo para cada local existe un sistema contra incendios el cual no es implementado por razones económicas o por no tener el conocimiento de la importancia de estos sistemas (Castro, 2014).

La mayoría de las normativas de la República Dominicana son adaptaciones de normativas extranjeras, por lo tanto los reglamentos implementados al país son un plagio a los cuales en ocasiones se le hacen adaptaciones para que puedan ser implementados a nivel nacional. Esto se debe a que no se tiene bases o fundamentos suficientes para realizar investigaciones para hacer un reglamento con sus debidas normas y criterios (García, 2014).

Además hay muchas edificaciones que no son aptas para la instalación de un sistema contra incendios, por lo que su implementación nunca va a ser completa. Muchos encargados del diseño hidráulico de las edificaciones ni siquiera asumen el caudal correspondiente al diseño contra incendios que debe ser permanente en la cisterna. En si las normas de este

reglamento no son malas ni buenas el punto es que hay que adaptarla al sector constructivo del país (García, 2014).

### **Marco Contextual.**

El presente estudio se desarrollará exclusivamente para Santo Domingo, República Dominicana. Es la provincia más pujante del país, en gran medida porque en ella se encuentran dos de los aeropuertos más importantes del país, el Aeropuerto Internacional de Las Américas y Aeropuerto Internacional La Isabela. Los puertos más importantes del país tales como, el Puerto de Haina, y el Multimodar Caucedo (Hernández, Agosto 26, 2012).

El territorio de esta provincia es bastante fértil en toda su geografía, destacándose los ríos, Ozama, Haina, e Isabela. Se subdivide en siete municipios y ocho distritos municipales. Tiene una superficie de 1,302 2 km<sup>2</sup>, y tiene una población de 2, 374,370 habitantes. (Hernández, Agosto 26, 2012). En el estudio se tomarán en cuenta cuáles normas y criterios serian apropiados para la implementación en los sistemas de protección y seguridad contra incendios de Santo Domingo.



**Ilustración 1 Santo Domingo, República Dominicana (google earth, 2014).**

## Capítulo II - Marco Teórico

La Protección contra Incendios de edificios, no debe quedarse en el mero cumplimiento de la normativa, sino que debe ir más allá y lograr finalmente unos niveles óptimos de seguridad y protección , tanto de las personas –ocupantes y visitantes -, como de los edificios, bienes y actividades, adecuando los medios de protección a los diferentes tipos de riesgo (Abreu, 2001).

Durante el desarrollo de un incendio, los ocupantes del edificio afectado se ven expuestos a dos tipos diferentes de peligros. De una parte, la exposición a las llamas y, de otra, a los productos calientes de la combustión (humos). La mayoría de las muertes producidas en los incendios se deben al humo, ya que sus efectos se manifiestan a distancia del lugar donde se ha producido la combustión. Una medida esencial de seguridad y protección, lo son disponer de unos medios adecuados y unas barreras eficaces de protección que permiten evitar o detener la propagación de los humos (Abreu, 2001).

La mejor manera de luchar contra un incendio es evitar su producción y posterior desarrollo. Una detección precoz y una gestión correcta y eficaz de los recursos, humanos y materiales, un dimensionamiento adecuado de los medios de protección, una señalización útil para la evacuación y una formación adecuada en la lucha contra incendios y en las tareas de evacuación, son los puntos básicos en los que se debe trabajar para lograr la disminución del número de los incidentes que tienen al fuego como protagonista. (Abreu, 2001)

## Propiedades físicas y químicas del agua

Un fluido se define como un estado de la materia en el que la forma de los cuerpos no es constante, sino que se adapta a la del recipiente que los contiene. La materia fluida puede ser trasvasada de un recipiente a otro, es decir, tiene la capacidad de fluir (Valencia, 2008).

Densidad: La densidad es la relación de la masa y el volumen de la sustancia, teniendo en cuenta esta relación, se puede concluir que entre más masa tenga un cuerpo en un mismo volumen, menor será su densidad (Valencia, 2008).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Según (Valencia, 2008) el peso específico de una sustancia, es su peso por unidad de volumen y depende de la aceleración de la gravedad, así como del lugar. Se calcula al dividir el peso de la sustancia entre el volumen que este ocupa:

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{mg}{V} = \rho * g$$

Volumen específico: El volumen específico es el inverso de la densidad (Valencia, 2008).

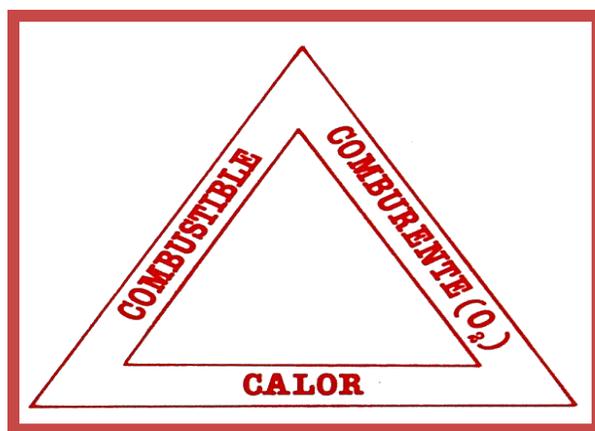
$$v = \frac{V}{m}$$
$$V = \frac{1}{\rho}$$

Presión: La presión representa la intensidad de la fuerza que se ejerce sobre cada unidad de área de la superficie considerada (Valencia, 2008).

$$P = \frac{F}{A}$$

### **Triángulo de fuego**

Para que un material entre en combustión se necesitan ciertas condiciones, una de ellas es contar con suficiente oxígeno; normalmente esto no es problema, porque el aire que nos rodea lo contiene, una segunda condición es que exista material combustible y la tercera condición es que tengamos suficiente calor para que la combustión se inicie. (Abreu, 2001)



**Ilustración 2 Triángulo de Fuego (Abreu, 2001).**

Cada uno de los lados del triángulo representa a un elemento necesario para que se produzca la combustión. Si el triángulo no está completo el fuego no será posible (Abreu, 2001).

### **La transmisión de calor**

Según (Valencia, 2008) El calor se transmite de un objeto a otro en tres formas:

- Por conducción: a través de los cuerpos.
- Por radiación: emisión de rayos infrarrojos.

- Por convección: el aire caliente se eleva por ser más ligero.

### **Métodos de extinción del fuego**

Según (Valencia, 2008) los métodos de extinción se basan en la eliminación de uno o más de los elementos del triángulo del fuego y de la reacción en cadena. Estos métodos son los siguientes:

- Por enfriamiento
- Por sofocación
- Por dispersión o aislamiento del combustible
- Por inhibición de la reacción en cadena

### **Clasificación del fuego**

Según (Valencia, 2008) para un mejor resultado en el combate de un fuego incipiente, se debe considerar el material que está en combustión, es por esto que al fuego se lo ha clasificado en diferentes tipos:

1. Fuegos Clase "A" Son aquellos producidos en los combustibles sólidos no inflamables como el papel, etc. Se caracteriza por agrietar el material, originando brasas y dejando cenizas.
2. Fuegos Clase "B" Son los originados por líquidos o sólidos inflamables como, bencina, grasa, etc. La característica de esta clase de fuego, es que se desarrolla en la superficie de las sustancias.
3. Fuegos Clase "C" Son aquellos generados en equipos energizados con corriente eléctrica. Es decir en presencia de la electricidad, esta clase de fuego no excluye la clasificación según la naturaleza del combustible.

4. Fuegos Clase" D" Son aquellos que se producen en la combustión de los metales en estado de polvo, tales como: aluminio, magnesio, titanio, potasio

5. Fuegos Clase "K" incendios producidos en equipos de cocina (industrial) donde se emplean sustancias combustibles para cocinar (aceite vegetal o animal y grasas).

### **Resistencia al fuego**

Según (Valencia, 2008) las características y la resistencia al fuego de los elementos constructivos son un factor fundamental en el inicio del fuego. Las exigencias y la resistencia de un elemento constructivo frente al fuego se definen por los tiempos que el tipo de material puede resistir al efecto del fuego sin perder sus características técnicas y estructurales.

### **Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios**

ESTANCIA	RIESGO
Almacén-archivo de S-1	Riesgo medio
Cuartos de instalaciones	Riesgo bajo
Cuarto de basuras	Riesgo bajo
Centro de Transformación	Riesgo bajo (aislamiento seco)

**Tabla 1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo de incendios en edificios (Valencia, 2008).**

Según (Valencia, 2008) el tipo de sistema de seguridad y protección contra incendios a instalar en un edificio depende:

- Del uso: administrativo, comercial, hospitalario, residencial, entre otros.
- Las dimensiones: altura de evacuación y metros cuadrados.

- Las características técnicas de los locales.
- Tipos de fuegos posibles, carga térmica, etc.

### **Capacidad de circulación del agua en el sistema de seguridad y protección contra incendios**

Tradicionalmente los sistemas contra incendios se han diseñado como instalaciones cerradas, que en algunos casos sólo se activan en caso de incendio, y con la destrucción del elemento final, esta situación hace muy difícil o incluso imposible la realización de un posible tratamiento de desinfección de las redes (GOEXTÍN, S.L., 2000).

Por tanto, como criterio general es recomendable disponer de sistemas que (Catalán, Marzo 2007) (Catalán, Marzo 2007) permitan la completa circulación del agua por las redes de distribución del sistema, disponiendo, en el mejor caso de una red de recirculación completa que permita devolver el agua al aljibe de almacenamiento, o en todo caso, si esto no es posible por los requisitos de funcionamiento del sistema, que disponga de un grifo de vaciado al final de cada ramal de manera que se permita asegurar el tratamiento de toda la red en caso de ser necesario (GOEXTÍN, S.L., 2000).

Las bocas de incendio equipadas de manguera podrían emplearse para realizar el tratamiento, pudiendo aprovechar cualquier operación de prueba hidráulica. Es recomendable disponer siempre de un punto de muestreo en un punto alejado del aljibe o punto de suministro de agua al sistema, y válvulas de drenaje que permitan vaciar la instalación al completo en caso de ser necesario (GOEXTÍN, S.L., 2000).

## **Seguridad frente al fuego de las estructuras**

La resistencia última al fuego de una estructura depende de la resistencia al fuego del material constituyente, sin considerar las protecciones, que podrían estar en un mal estado de conservación, ni los medios de extinción, que podrían fallar. Desde este punto de vista la continuidad del hormigón es absoluta y asegura, permanentemente, un buen comportamiento de la estructura frente al fuego (Catalán, Marzo 2007).

El fuego daña, en general, a todos los materiales habitualmente empleados en la construcción. Aquellos que son combustibles se suman a la carga de fuego que configura el contenido del edificio y se consumen a lo largo del incendio. Los que no son combustibles se ven sometidos a un proceso de disminución de su capacidad resistente y de su rigidez, así como a deformaciones impuestas por la elevada temperatura que provoca el fuego (Catalán, Marzo 2007).

La resistencia al fuego es una prestación que ofrecen los materiales no combustibles que, además, son capaces de soportar elevadas temperaturas manteniendo un grado de resistencia tal que permite que las estructuras con ellos construidas no colapsen (Catalán, Marzo 2007).

Según (Catalán, Marzo 2007) la tabla siguiente establece cómo los materiales más habituales empleados para construir las estructuras de los edificios se caracterizan por su comportamiento en condiciones de incendio.

	<b>Madera</b>	<b>Acero</b>	<b>Hormigón</b>
Resistencia al fuego sin protección	Muy baja	Baja	Alta
Combustibilidad	Alta	Ninguna	Ninguna
Contribución a la carga de fuego	Alta	Ninguna	Ninguna
Conductividad del calor	Baja	Muy alta	Muy baja
Incorpora protección contra el fuego	Muy baja	Baja	Alta
Posibilidad de reparación después del fuego	Ninguna	Baja	Alta
Protección para los usuarios durante la evacuación y los bomberos	Baja	Baja	Alta

**Tabla 2 Comportamiento en condiciones de incendios de materiales de construcción (Catalán, Marzo 2007)**

Para el comportamiento mecánico de las estructuras frente al fuego, en términos de estabilidad estructural, tiene una importancia primordial la fila que se refiere a “Conductividad del calor” (Catalán, Marzo 2007).

Refiriéndonos a los materiales de carácter estructural más habituales y no combustibles, es decir el acero y el hormigón, la diferencia de conductividad del calor, muy alta para el acero y muy baja para el hormigón, determina comportamientos absolutamente diferentes de ambos materiales frente al fuego. El hormigón estructural, armado y pretensado, combina el material acero de las armaduras y el material hormigón que conforma el elemento estructural y que, mediante el espesor del recubrimiento, separa al acero del exterior (Catalán, Marzo 2007).

El acero, como material con alta conductividad térmica, se calienta de modo inmediato, de forma tal que, expuesto directamente al incremento de temperaturas producido por el fuego, adquiere inmediatamente, y en toda su sección, la temperatura que se alcanza en el incendio. No se comporta de la misma manera la sección de hormigón que se calienta

mucho más lentamente alcanzando temperaturas, en el interior de la misma, inferiores a las que, en ese instante, se alcanzan en el incendio (Catalán, Marzo 2007).

### **Agentes Extintores**

Denominamos agentes extintores a aquellas sustancias que aplicadas sobre un fuego, provocan la extinción del mismo. Un adecuado análisis de los diferentes tipos de fuego que pueden producirse en una zona, determinará qué agente extintor es el más adecuado para su tratamiento óptimo y eficaz. Los principales agentes extintores que ofrece el mercado son: agua, espuma, polvo químico, dióxido de carbono y gases (Abreu, 2001).

Repasando brevemente las formas de extinción de los agentes extintores nos encontramos que: el agua extingue por sofocación, por dilución y por disminución de la energía calorífica. Es de gran efectividad en fuegos de combustibles sólidos y, en otros tipos, es igualmente útil para el enfriamiento y confinamiento del incendio; la espuma impide la emisión de vapores inflamables y es muy estable frente al calor (AFFF, FP, P y de tipo alcohol); el polvo químico está indicado especialmente para líquidos inflamables; el dióxido de carbono está indicado para equipos sometidos a tensión eléctrica y para fuegos superficiales; los gases son eficaces en la extinción de fuegos eléctricos, de líquidos y gases (Abreu, 2001).

### **Extintores de incendios**

Según (Amerex Corporation, 2013) los extintores de incendios son aparatos que permiten proyectar y dirigir un agente extintor sobre un fuego. Dependiendo del sistema de presurización, los extintores se dividen en:

## 1. Extintores permanentemente presurizados.

En este grupo se incluyen aquellos en que el agente extintor es gaseoso y proporciona su propia presión de impulsión, tales como los de CO<sub>2</sub> (fig. 1) y los que tienen agentes extintores sólidos, líquidos o gaseosos cuya presión de impulsión se consigue por un gas añadido (fig. 2). Estos últimos deben estar dotados de manómetro (Amerex Corporation, 2013).



**Ilustración 3 Extintores Permanentemente presurizados (Amerex Corporation, 2013).**

## 2. Extintores cuya presurización se realiza en el momento del empleo.

En este grupo se incluyen aquellos extintores, cuyo gas propelente se encuentra contenido en un botellín auxiliar (Amerex Corporation, 2013).



**Ilustración 4 Extintores cuya presurización se realiza en el momento del empleo (Amerex Corporation, 2013).**

### **Red de agua contra incendios**

Según (Abreu, 2001) una red de agua contra incendios se compone de:

- Fuente de abastecimiento de agua.
- Red de distribución de tuberías.
- Válvulas.
- Equipos (mangueras, lanzas, etc.).



**Ilustración 5 Red de agua contra incendios (Abreu, 2001).**

En una instalación de agua contra incendios se pueden acoplar los siguientes elementos:

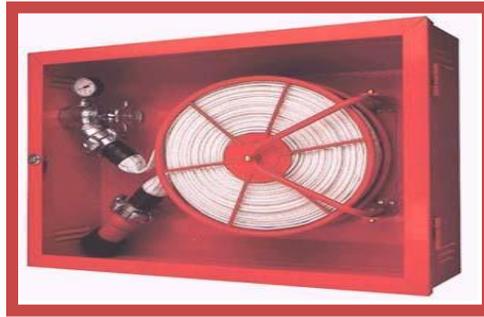
- Hidrantes

Son dispositivos de lucha contra incendios constituidos por una columna dotada de racores de conexión rápida, y válvulas de apertura y cierre de paso de agua. Estos dispositivos se sitúan en el exterior de las edificaciones y pueden suministrar agua a depósitos, bombas de los servicios de extinción, o a mangueras acopladas directamente a ellos (Amerex Corporation, 2013).



**Ilustración 6 Hidrante (Amerex Corporation, 2013).**

- Bocas de incendios equipadas (B. I. E.)



**Ilustración 7 Bocas de incendios equipadas (Abreu, 2001).**

Son dispositivos de lucha contra incendios constituidos por:

**Boquilla:** Deberá ser de un material resistente a la corrosión y a los esfuerzos mecánicos a los que vaya a quedar sometida su utilización. Tendrá la posibilidad de accionamiento que permita la salida del agua en forma de chorro o pulverizada, pudiendo disponer además de una posición que permita la protección de la persona que la maneja. En el caso de que la lanza sobre la que va montada no disponga de sistema de cierre, éste deberá ir incorporado a la boquilla. El orificio de salida deberá estar dimensionado de forma que se consigan los caudales exigidos (Blanco, Febrero 2011)

**Lanza:** Deberá ser de un material resistente a la corrosión y a los esfuerzos mecánicos a los que vaya a quedar sometida su utilización. Llevará incorporado un sistema de apertura y cierre, en el caso de que éste no exista en la boquilla. No es exigible la lanza si la boquilla se acopla directamente a la manguera (Abreu, 2001).

**Manguera:** Sus diámetros interiores serán de 45 ó 25 mm. La manguera de diámetro 25 mm, será de trama semirrígida no autocolapsable, debiendo recuperar la forma cilíndrica

una vez eliminada la causa del colapsamiento. Su presión de servicio será de 15 kg/cm<sup>2</sup> con un margen de seguridad 1:3, debiendo soportar una carga mínima de rotura a la tracción de 1.500 kg (Aira, 2007).

Racor: Todos los racores de conexión de los diferentes elementos de la boca de incendios equipada estarán sólidamente unidos a los elementos a conectar y cumplirán con las Normas UNE (Abreu, 2001).

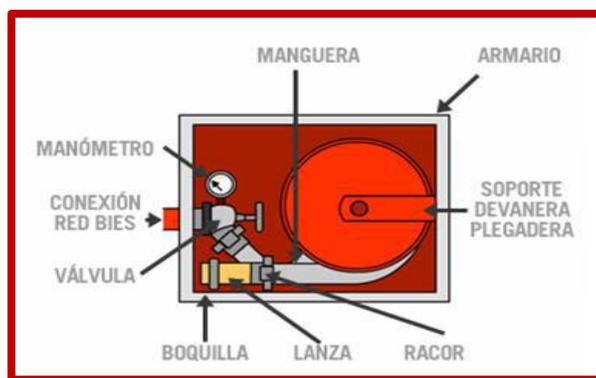
Válvula: Deberá estar realizada en material metálico resistente a la oxidación y corrosión. Se admitirán las de cierre rápido (1/4 de vuelta) siempre que se prevean los efectos del golpe de ariete y las de volante con un número de vueltas para su apertura y cierre comprendido entre 2 1/4 y 3 1/2. En el tipo de 25 mm, la válvula podrá ser de apertura automática al girarla devanadera (Blanco, Febrero 2011).

Manómetro: Será adecuado para medir presiones entre cero y la máxima presión que se alcance en la red (Blanco, Febrero 2011).

Soporte: Deberá tener suficiente resistencia mecánica para soportar además del peso de la manguera las acciones derivadas de su funcionamiento. Se admite tanto el de tipo devanadera (carrete para conservar la manguera enrollada) como el de tipo plegadora (soporte para conservar la manguera doblada zigzag) excepto en el tipo de 25 mm, que será siempre de devanadera. Ambos tipos de soporte permitirán orientar correctamente la manguera. Para mangueras de 45 mm, el soporte deberá poder girar alrededor de un eje vertical (Abreu, 2001).

Armario: Todos los elementos que componen la boca de incendio equipada deberán estar alojados en un armario de dimensiones suficientes para permitir el despliegue rápido y completo de la manguera, excepto en el tipo de 25 mm, en el cual no es exigible el armario. Podrá ser empotrado o de superficie, siendo en este caso metálico. En todos los casos la tapa será de marco metálico y provisto de un cristal que posibilite la fácil visión y accesibilidad, así como la rotura del mismo. Dispondrá de un sistema que permita su apertura para las operaciones de mantenimiento. Su interior estará ventilado (Abreu, 2001).

La manguera debe estar permanentemente acoplada a la toma de agua y dotada de la correspondiente lanza. Para utilizar una B. I. E. es preciso abrir el armario o romper el cristal, tirar de la lanza hasta desenrollar la mangueras abrir la válvula. Para actuar de esta forma, la manguera debe doblarse por la mitad antes de ser enrollada (Aira, 2007).



**Ilustración 8 Partes de un Boca de incendio equipada (Blanco, Febrero 2011).**

Según (Valencia, 2008) las bocas de incendio según equipadas BIE deben instalarse:

- A menos de 5 m. de las salidas de cada sector de incendios.
- A menos de 50 m. de la siguiente BIE más cercana, protegiendo todo el sector.

- El centro de la BIE debe estar, como máximo a 1,5 m. del nivel del suelo.
  - La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, una precisión dinámica de 2 barras en la lanza.
- Rociadores automáticos (SPRINKLERS)



**Ilustración 9 Rociadores automáticos (Abreu, 2001).**

Son instalaciones de protección contra incendios, capaces de detectar y extinguir un incendio en su inicio. Constan básicamente de una válvula de alarma y control, y una red de tuberías derivadas de la principal de suministro de agua. Estas tuberías disponen de orificios en los que van montados los rociadores o Sprinklers (Hidrotec, C. por A., 2011).

Un rociador es una válvula cuya apertura automática se produce térmicamente, mediante la fusión de un elemento, o mediante la rotura de una ampolla termosensible. Una vez realizada la apertura se produce la descarga de agua sobre un elemento deflector que distribuye parabólicamente el agua sobre la zona del incendio. Cuando el fuego se ha extinguido, es preciso reponer la cabeza rociadora (Abreu, 2001).



**Ilustración 10 Rociadores automáticos (Abreu, 2001).**

### **Detección manual de incendios**

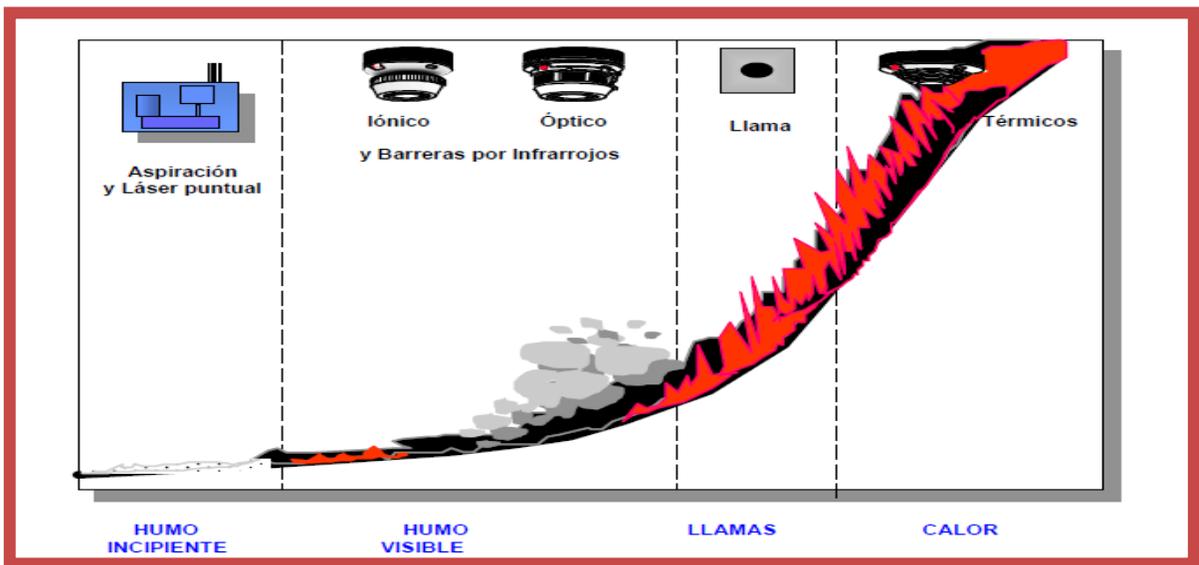
Los sistemas manuales de alarma de incendio estarán constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador (Hidrotec, C. por A., 2011).

### **Detección automática de incendios**

Según (Abreu, 2001) la detección automática de incendios está basada en la activación de un equipo sensible a alguna de las manifestaciones que acompañan al fuego. En la evolución de un fuego se distinguen las siguientes fases:

- Iónicos. En una pequeña cámara de ionización por radioelementos, el aire se hace conductor. Si en esa cámara se introducen gases de combustión o humos, varía la conductividad y el aparato da la señal.
- De humos. Son células fotoeléctricas que emiten una corriente eléctrica variable con el flujo luminoso que reciben. Al oscurecerse el aire por humo, emiten una señal.

- De llamas. Son células fotoeléctricas sensibles a la variación de la radiación infrarroja de la llama.
- Térmicos. Son elementos sensibles a la elevación de la temperatura, los más comunes son los termovelocimétricos que se activan cuando la velocidad de aumento de temperatura excede de un cierto valor.



**Ilustración 11 Detección automática de incendios (Abreu, 2001)**

## Señalización

Ante una emergencia, la colocación y situación de las señales de evacuación y medios de protección en el edificio debe ser discreta y en la cantidad necesaria para el perfecto seguimiento y ayuda a la evacuación.

Hay que tener en cuenta que una señalización excesiva puede confundir a los ocupantes del edificio en ese momento. Se deben disponer señales indicativas de los recorridos de evacuación que se han de seguir desde todo origen de evacuación hasta el punto en el que sea visible la salida. Las alternativas de los recorridos se deberán indicar correctamente para no producir desvíos innecesarios (Blanco, Febrero 2011).



**Ilustración 12 Señalización de seguridad y protección contra incendios (Blanco, Febrero 2011).**



**Ilustración 13 Señalización de emergencias en caso de incendio (Blanco, Febrero 2011).**

## **Marco conceptual**

- Seguridad y protección contra incendios

Se refiere al conjunto de medidas que se disponen en los edificios para protegerlos contra la acción del fuego.

- Criterios y medidas de diseño

Conjunto de reglas o parámetros que se han establecido y que hay que seguir para llevar a cabo un diseño.

- Pruebas de diseño

Ensayos que se realizan para obtener resultados objetivos para la implementación de un diseño en específico.

- Presión de diseño

Es la máxima presión de trabajo a la temperatura de diseño y será utilizada para el cálculo resistente de las partes a presión del aparato. También se puede definir como la presión utilizada para el cálculo del espesor de un recipiente o un sistema de tuberías (Valencia, 2008).

➤ Caudal de diseño

Es un parámetro importante para determinar la capacidad de escurrimiento en obras hidráulicas que no deben ser sobrepasadas, puesto que ese hecho acarrearía daños importantes (Valencia, 2008).

➤ Análisis de costos

El análisis de costos es el proceso de identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo la labor o proyecto del voluntario (Martínez, Febrero 28, 2014).

## Capítulo III- Marco Metodológico

### Formulación de la hipótesis

Para garantizar que los criterios de diseño (caudal y presión) impuestos en el “Reglamento para la seguridad y protección contra incendios”, R-032, Decreto No. 85-11 estén acordes a la realidad nacional se debe realizar un análisis crítico de dichos criterios.

### Operacionalización de las variables

Objetivos específicos	Variables	Dimensión	Indicador	Escala	Preguntas de los instrumentos
Investigar y analizar la implementación en el país del “Reglamento para la seguridad y protección contra incendios,”	Seguridad y protección contra incendios.	Conjunto de medidas que se disponen en los edificios para protegerlos contra la acción del fuego.	Entrevista	Nominal	¿Se lleva a cabo la implementación del Reglamento para la seguridad y protección contra incendios en el país?
Determinar los criterios y medidas de diseño que puedan ser modificados del reglamento con la finalidad de aportar nuevas normas que estén aptas para el sector constructivo del país.	Criterios y medidas de diseño	Determinar los criterios y medidas de diseño que puedan ser modificados del reglamento	Análisis Crítico	Nominal	¿Cuáles criterios y medidas del Reglamento no están acordes con la realidad y avances tecnológicos del país?
Realizar pruebas que determinen nuevos requisitos mínimos de diseño (caudal y presión).	Pruebas de diseño	Ensayos que se realizan para obtener resultados	Requisitos mínimos de diseño	Numérica	¿Cuál es el procedimiento a llevar a cabo para determinar nuevos requisitos mínimos de diseño

		objetivos			(caudal y presión)?
Determinar a base de cálculos hidráulicos el caudal y presión de diseño apropiada para los proyectos nacionales.	Caudal y presión de diseño	Parámetros hidráulicos impuestos para un diseño en específico	Cálculo hidráulico	Numérica	¿Cuál sería el caudal y la presión de diseño apropiada para los proyectos nacionales?
Realizar un análisis de costos entre el diseño planteado en el reglamento y el recomendado.	Análisis de costo	Es el costo pautado para el diseño contra incendio	Costo de diseño	Numérica	¿Cuál sería el costo asociado al diseño planteado en el reglamento y cuál al recomendado?

**Tabla 3 Operacionalización de las variables**

### **Tipo de investigación**

- Descriptiva porque se fundamenta en la recolección, evaluación y presentación de datos.
- Explicativa porque se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.
- Experimental (campo o Laboratorio) porque se crea un ambiente artificial, para realizar la investigación, en este caso un centro de simulación de eventos.

### **Métodos de investigación**

El Método analítico es uno de los métodos de investigación a utilizar porque consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en

particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías (Ruíz, 2006).

El método experimental también será utilizado para este estudio ya que es un tipo de método de investigación en el que el investigador controla deliberadamente las variables para delimitar relaciones entre ellas, está basado en la metodología científica. En este método se recopilan datos para comparar las mediciones de comportamiento de un grupo control, con las mediciones de un grupo experimental (Ruíz, 2006).

### **Procedimiento**

Para la realización de este trabajo de investigación se ejecutarán los siguientes ordenamientos:

- Búsqueda de información bibliográfica.
- Elaboración de la propuesta de investigación.
- Diseño de instrumentos de recolección de datos.
- Realización de pruebas experimentales.
- Organización y análisis de datos.
- Redacción del informe final.

## **Técnicas de investigación**

### **Técnicas**

Se utilizará la técnica documental que permite la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos. Incluye el uso de instrumentos definidos según la fuente documental a que hacen referencia (Sampieri, 1998). Para este estudio la técnica de documentación será la entrevista.

Se utilizara además la técnica de campo permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva (Sampieri, 1998). Para este estudio la técnica de campo será la prueba experimental.

### **Instrumentos**

Para las pruebas experimentales se utilizará una boca o hidrante contra incendios.

Se utilizara el software Excel para la realización de tablas, cálculos, gráficos, etc.

Se utilizara el software Auto CAD para el diseño de los planos del sistema contra incendios.

### **Método de Muestreo**

El método de muestreo del presente estudio es No Probabilístico, éste método no es un tipo de muestreo riguroso y científico, dado que no todos los elementos de la población pueden formar parte de la muestra, se trata de seleccionar a los sujetos siguiendo determinados criterios procurando que la muestra sea representativa. Es decir, los elementos de la muestra son seleccionados por procedimientos al azar o con probabilidades conocidas de selección (Sampieri, 1998).

## **Criterios de selección de la muestra**

Para la investigación se utilizará el Muestreo de Juicio, que según (Sampieri, 1998) el investigador toma la muestra seleccionando los elementos que a él le parecen representativos o típicos de la población, por lo que depende del criterio del investigador.

## **Método para el análisis de datos**

La propuesta de presentación de resultados será el último paso del proceso de investigación para preparar y presentar el informe final. De esta manera se comunicará a otras personas, los resultados del estudio y lo que se concluirá del mismo. Se realizará mediante dos variantes:

### ➤ Interpretación

Esta será la forma mediante la cual se procurará expresar y plantear de forma clara la información obtenida por medio de la investigación y ensayos de pruebas.

### ➤ Cuadro de Resultados

Por medio de este cuadro se mostrará la información recopilada de las entrevistas y ensayos de pruebas para crear así una asimilación con los resultados obtenidos en la investigación.

## Capítulo IV- Resultados

### Implementación del Reglamento en la República Dominicana.

Para la investigación de la implementación del Reglamento para la seguridad y protección contra incendios, R-032, Decreto No. 85-11, se procedió a realizar una serie de entrevistas a profesionales con trabajos que les exijan estar informados sobre dicho reglamento y su debida implantación en la Republica Dominicana.

Los entrevistados fueron:

- Richard de Jesús, Capitán instructor de la estación de bomberos ubicada en la calle Núñez de Cáceres.
- Ing. Teodoro Castro propietario de la empresa Hidrotec, C. Por A. Empresa dedicada a la implementación de sistemas contra incendios.
- Ing. José Díaz e Ing. Carlos Rodríguez, empleados de la empresa Engineering & Fire Service S.R.L, dedicada a la seguridad y prevención contra incendios.
- Ing. Ulises García, empleado de la CAASD informado del proceso de aceptación del reglamento en el país.
- Ing. Juan A. Toribio, Propietario de la empresa Toribio Mones, empresa dedicada a la implementación de sistemas contra incendios y venta de equipos.

El “Reglamento para la seguridad y protección contra incendio, R-032” no se implementa en su totalidad a nivel nacional, ya que la mayoría de las edificaciones tanto públicas y privadas del país no se rigen por las normas y criterios de dicho reglamento, ya sea por su

desconocimiento o por falta de comprensión. Según los resultados de las entrevistas una de las verdaderas razones por el cual no se implementa es por su falta de adaptación al sector constructivo del país.

### **Los criterios y medidas de diseño a modificar.**

Después de un análisis crítico del presente reglamento se procedió a seleccionar los criterios y medidas de diseño que pueden ser modificados del reglamento estos son:

➤ **El caudal**

El caudal mínimo de la boca o hidrante contra incendio según el reglamento es 10 l/s.

➤ **La presión**

La presión mínima según el reglamento es 60 P.S.I.

➤ **Diámetro**

El diámetro mínimo de la tubería según el reglamento es de 4''

➤ **Potencia de la bomba (HP)**

Con estos criterios se procedió a realizar los cálculos de la bomba.

<b>Datos</b>		
<b>Q (l/s)</b>	<b>% SIM</b>	<b>θ (Pulg.)</b>
<b>10</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

**Tabla 4 Datos de cálculo de la bomba (Reglamento).**

Q Sim (L/s)	$\theta$ (Pulg.)	J (m/m)	L (m/m)	HF (m)
10	4	0.0132	54.18	0.7175

**Tabla 5 Cálculo de la perdida por fricción de la bomba (Reglamento).**

Notas	
<b>L (m/m)</b>	Longitud desde la cisterna hasta el aparato del último piso
<b>j (m/m)</b>	Perdidas por fricción

**Tabla 6 Notas del cálculo de la bomba (Reglamento).**

Calculo del TDH de la bomba		
<b>Hf</b>	<b>0.718</b>	<b>mca</b>
<b>Diferencia geométrica</b>	<b>63.82</b>	<b>mca</b>
<b>Perdidas locales (30% de hf)</b>	<b>0.215</b>	<b>mca</b>
<b>Rango de presión bomba</b>	<b>20.00</b>	<b>PSI</b>
<b>Presión residual</b>	<b>5.70</b>	<b>mca</b>
<b>10% del total</b>	<b>9.05</b>	<b>mca</b>
<b>TDH (en mca)</b>	<b>99.50</b>	<b>mca</b>
<b>TDH (En PSI)</b>	<b>146.33</b>	<b>PSI</b>
<b>Q (Caudal de bombeo)</b>	<b>10.00</b>	<b>L/Seg</b>
<b>Pa (Presión máxima)</b>	<b>146.33</b>	<b>PSI</b>
<b>Pb (Presión mínima)</b>	<b>126.33</b>	<b>PSI</b>

**Tabla 7 Cálculo del TDH de la bomba (Reglamento).**

HP de la bomba	
<b>Q (l/s)</b>	<b>10.00</b>
<b>TDH (mca)</b>	<b>99.50</b>
<b>Eficiencia (%)</b>	<b>60</b>
<b>Potencia (HP)</b>	<b>22.11</b>
<b>Usar</b>	<b>Bomba de 25 HP</b>

**Tabla 8 Cálculo del HP de la bomba (Reglamento).**

## **Pruebas para la determinación de nuevos requisitos mínimos de diseño (caudal y presión).**

Para obtener los resultados hidráulicos de esta investigación se procedió a realizar dos ensayos, un ensayo teórico y un ensayo práctico, que puedan garantizar resultados objetivos. Para ambos ensayos se utilizaron los nuevos criterios recomendados a modificar para el Reglamento para la seguridad y protección contra incendios R-032.

### **Ensayo teórico**

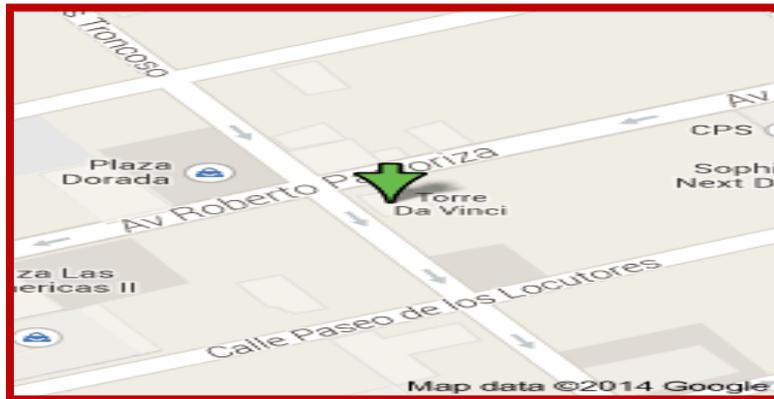
Para el ensayo teórico se realizó un diseño del sistema contra incendios a la edificación “Torre Da Vinci” con los nuevos criterios a modificar del Reglamento para la seguridad y protección contra incendios R-032, estos serían el caudal, la presión y el diámetro de la tubería.



**Ilustración 14 Torre de Da Vinci.**

## Ubicación

La torre Da Vinci se encuentra ubicada en la Avenida Roberto Pastoriza No. 420, Ensanche Piantini. Santo Domingo, República Dominicana.



**Ilustración 15 Ubicación Torre Da Vinci. (google earth, 2014)**

## Uso de la edificación

La torre Da Vinci es de uso administrativo, edificio en el que se desarrollan actividades de gestión o de servicios en cualquiera de sus modalidades, como por ejemplo, centros de la administración pública, bancos, despachos profesionales, oficinas, etc.

## Características de la Torre Da Vinci

La edificación es una estructura de hormigón armado, que cuenta con 10 pisos, un sótano, nivel bajo 1, nivel bajo 2 y un mezzanine. Cuenta con área de parqueos y área de servicio.

## **Disponibilidad del edificio de un sistema contra incendios**

Dispone de un sistema de protección contra incendio, que incluye dispositivos, soportería, equipos para detectar fuego o humo, para hacer actuar una señal y para suprimir el fuego o humo. Utiliza el tipo más común de sistemas de protección contra incendios, es el que se basa en el uso de agua. Por lo tanto, resulta esencial que se disponga de un suministro de agua adecuada y bien mantenido.

## **Exigencias del Sistema contra incendios**

Esta edificación cumple con las exigencias básicas que debe tener un edificio para la implementación de un sistema contra incendios las cuales serían:

1. **Compartimentar en sectores de incendio**, definiendo las superficies máximas de cada sector del edificio según los usos y la resistencia al fuego que deben cumplir los cerramientos que limitan el sector (paredes, techos, suelos, puertas, etc.) (Valencia, 2008).
2. **Define los locales y las zonas de riesgo especial** dentro de cada uso y las clasifica en tres niveles de riesgo (alto, mediano y bajo) y establece las condiciones que deben cumplirse (Valencia, 2008).
3. **Regula los criterios que deben cumplir los espacios ocultos** como los patios de servicio, cámaras, cielo rasos, suelos elevados, etc. y las condiciones de las instalaciones cuando atraviesan diferentes sectores de incendios (Valencia, 2008).
4. **Específica la resistencia al fuego que deben cumplir los cerramientos** que delimitan los diferentes sectores de incendio (Valencia, 2008).

## **Equipos**

El edificio dispone de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes. La ejecución de las instalaciones, la puesta en marcha y su mantenimiento, así como sus componentes y materiales cumplen con las normas de Protección contra Incendios.

## **Bombas para uso de un sistema contra incendios**

Las bombas se incluyen en un sistema de tuberías para convertir energía mecánica (suministrada por un mecanismo impulsor) en energía hidráulica. Esta energía adicional permite transmitir un fluido de un lugar a otro cuando no es factible que fluya por gravedad, elevarlo a cierta altura sobre la bomba o recircularlo en un sistema cerrado.

## **Recomendación del diseño del sistema contra incendio a instalar en la Torre Da Vinci**

### **Análisis del riesgo**

Este proyecto está enfocado a un edificio de administrativo donde la combustibilidad y la cantidad de material combustible son bajas y donde se esperan incendios con medio bajo de liberación de calor, por consiguiente el tipo de riesgo para un edificio de apartamentos se lo define como “riesgo leve o ligero”.

### **Método de extinción a utiliza.**

El tipo de fuego que se puede producir y desarrollar por materiales combustibles que se pueden encontrar en dicha edificación tales como madera, cartón, papel, plástico, equipos electrónicos como computadoras, impresoras, máquinas fotocopadoras y equipos de audio y video es de “clase A” el cuál se lo combatirá con el método de “extinción por enfriamiento”, método que consiste en la reducción de la temperatura a base de materiales líquidos como lo es el agua en este caso en particular.

### **Selección del sistema de rociadores a utilizar**

En este proyecto en particular se seleccionó un sistema de rociadores que emplee rociadores automáticos de ½ pulgada conectados a una red de tuberías que contenga agua y que a su vez se conecte a un suministro de agua de tal forma que el agua se descargue inmediatamente desde los rociadores abiertos por el calor de un incendio es decir se seleccionó un “sistema de rociadores de tubería húmeda”. Los rociadores automáticos se emplean en el sótano, nivel bajo 1, nivel bajo 2, y en el mezzanine. El número de rociadores por planta será un rociador cada 16 pies, y con cuatro ramales por planta. El caudal de cada rociador automático pautado para este tipo de edificación es de 0.4 a 0.5 l/s.

Según (Hidrotec, C. por A., 2011) las características de un rociador que definen su capacidad para controlar o extinguir un incendio son:

- Sensibilidad térmica
- Temperatura de activación

- Diámetro de orificio
- Orientación de instalación
- Características de la distribución del agua
- Condiciones especiales de servicio

### **Selección del sistema de bombeo**

Para seleccionar la bomba idónea se utilizó un programa (Tablas de Excel) de selección que al introducir los valores de flujo y cabezal dinámico total (TDH) da como resultado los datos técnicos de la bomba.

### **Bocas de incendio equipadas**

Las bocas de incendio equipadas deberán situarse sobre un soporte rígido, de forma que el centro quede como máximo a una altura de 1,5 m., con relación al suelo. Se situarán preferentemente cerca de las puertas o salidas y a una distancia máxima de 5 m. Se instalará siempre una boca, teniendo en cuenta que no deberán constituir obstáculo para la utilización de dichas puertas.

La determinación del número de bocas de incendio equipadas y su distribución, se hará de tal modo que la totalidad de la superficie a proteger lo está, al menos, por una boca de incendio equipada. Las bocas de incendios equipadas se utilizaran en la edificación del piso 1 al piso 10.

## Plan de mantenimiento preventivo y pruebas del sistema

El plan en la Torre Da Vinci ya que es un edificio de oficinas, consiste en inspección, pruebas y mantenimiento de equipos y accesorios contra incendios. Las correcciones y reparaciones deben ser hechas por personal de mantenimiento calificado o por un contratista calificado.

### Criterios de diseño hidráulicos recomendados.

Para el diseño hidráulico del sistema contra incendios de esta edificación se va a tomar en cuenta los nuevos criterios de diseño recomendados después de realizar un análisis crítico de los criterios pautados en el Reglamento para la seguridad y protección contra incendios R-032.

Estos criterios serian:

#### ➤ El caudal

Con una velocidad de 2 m/s pautada para este tipo de edificación. Entonces se procede a realizar el cálculo del caudal, con los siguientes datos y la formula  $Q = V \cdot A$

Datos		
Velocidad (m/s)	Ø Manguera (pulg.)	Ø Manguera (cm)
2	1 1/2"	3.81

**Tabla 9 Datos del cálculo del caudal (Recomendación).**

Área (cm <sup>2</sup> )	Velocidad (cm/s)	Caudal (l/s)
11.40	200	2.28
		2.5

**Tabla 10 Cálculo del caudal (Recomendación).**

El caudal mínimo recomendado de la boca o hidrante contra incendio es de 2.5 l/s.

➤ **La presión**

La distancia de alcance del caudal de una manguera contra incendio de 1 ½ pulgada es de 28 m. Entonces se estima que con esta distancia de alcance y con un caudal de 2.5 l/s es suficiente una presión mínima de 40 P.S.I para este tipo de edificación de riesgo leve o ligero con un tipo de fuego Tipo A.

➤ **Diámetro**

Con el caudal y presión recomendada se considera el diámetro mínimo de la tubería de 3''

➤ **Potencia de la bomba (HP)**

Con los criterios recomendados se procedió a realizar los cálculos de la bomba.

Datos		
<b>Q</b>	<b>% SIM</b>	<b>θ (Pulg.)</b>
2.5 L/S	1	3

**Tabla 11 Datos del cálculo de la bomba (Recomendación).**

Q Sim (L/s)	θ (Pulg.)	J (m/m)	L (m/m)	HF (m)
2.5 L/S	3	0.0041	54.18	0.2241

**Tabla 12 Cálculo de la perdida por fricción de la bomba (Recomendación).**

Notas	
<b>L (m/m)</b>	Longitud desde la cisterna hasta el aparato del último piso
<b>j (m/m)</b>	Perdidas por fricción

**Tabla 13 Notas del cálculo de la bomba (Recomendación).**

<b>Calculo del TDH de la bomba</b>		
<b>Hf</b>	<b>0.224</b>	<b>mca</b>
<b>Diferencia geométrica</b>	<b>63.82</b>	<b>mca</b>
<b>Perdidas locales (30% de hf)</b>	<b>0.067</b>	<b>mca</b>
<b>Rango de presión bomba</b>	<b>20.00</b>	<b>PSI</b>
<b>Presión residual</b>	<b>5.70</b>	<b>mca</b>
<b>10% del total</b>	<b>8.98</b>	<b>mca</b>
<b>TDH (en mca)</b>	<b>98.80</b>	<b>mca</b>
<b>TDH (En PSI)</b>	<b>145.29</b>	<b>PSI</b>
<b>Q (Caudal de bombeo)</b>	<b>2.5 L/S</b>	<b>L/Seg</b>
<b>Pa (Presión máxima)</b>	<b>145.29</b>	<b>PSI</b>
<b>Pb (Presión mínima)</b>	<b>125.29</b>	<b>PSI</b>

**Tabla 14 Cálculo del TDH de la bomba (Recomendación).**

<b>HP de la bomba</b>	
<b>Q (l/s)</b>	<b>2.50</b>
<b>TDH (mca)</b>	<b>98.80</b>
<b>Eficiencia (%)</b>	<b>60</b>
<b>Potencia (HP)</b>	<b>5.49</b>
<b>Usar</b>	<b>Bomba de 7.5 HP</b>

**Tabla 15 Cálculo del Hp de la bomba (Recomendación).**

Después de estos cálculos se considera que la potencia de la bomba contra incendios de es de 7.5 HP.

Entonces los criterios para un sistema contra incendios para este tipo de edificación son:

<b>Caudal</b>	<b>2.5 l/s</b>
<b>Presión</b>	<b>40 P.S.I</b>
<b>Diámetro de tubería</b>	<b>3 pulg.</b>
<b>Potencia de la bomba</b>	<b>7.5 HP</b>

**Tabla 16 Criterios recomendados para un Sistema contra incendios.**

Gráficos.

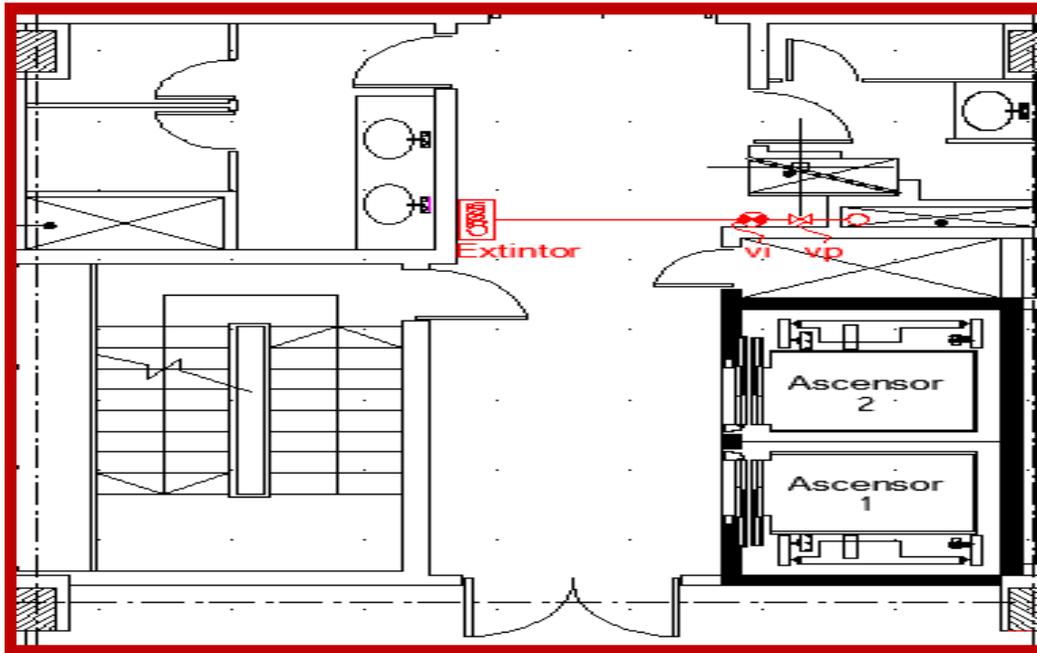


Ilustración 16 Diseño en planta del Sistema contra incendios de la Torre Da Vinci del piso 1 al piso 10.

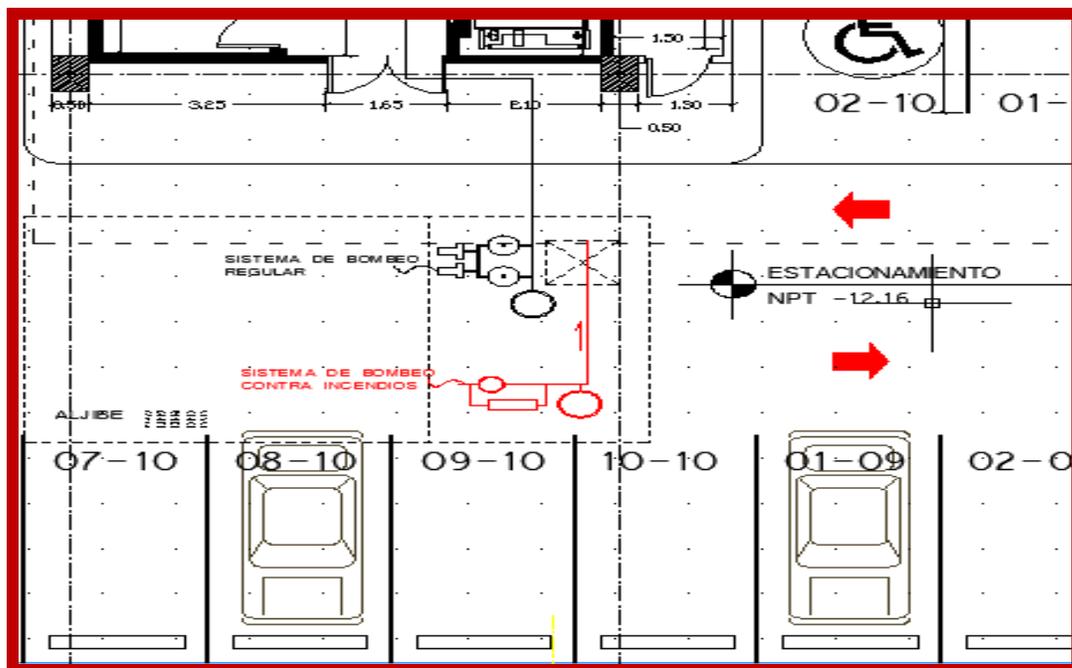
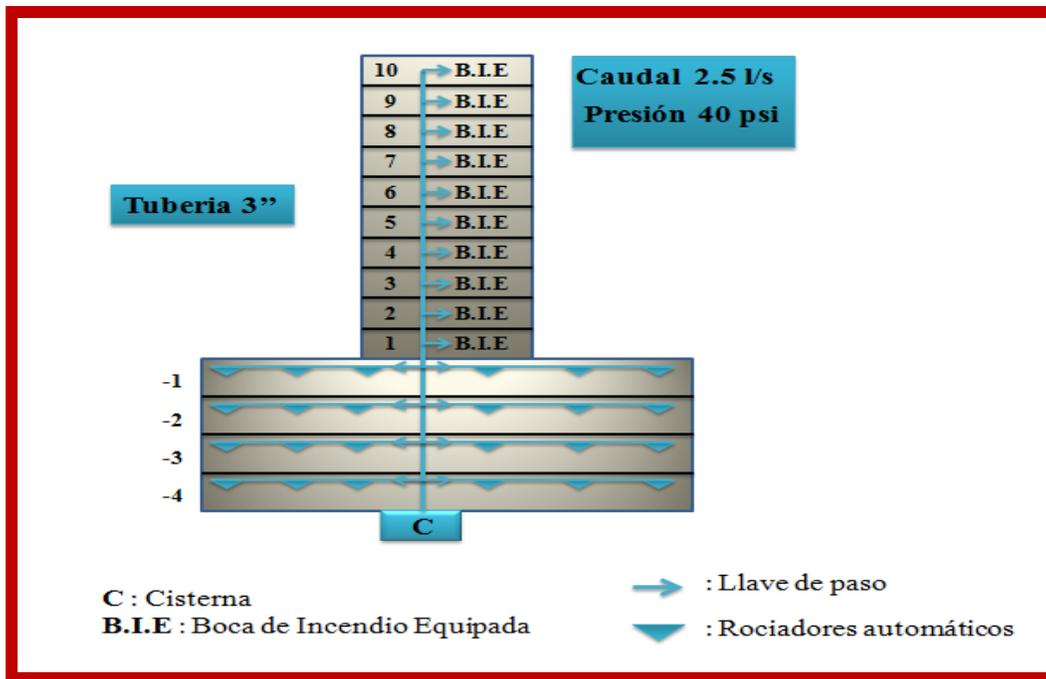


Ilustración 17 Diseño en planta de la bomba contra incendios de la Torre Da Vinci



**Ilustración 18 Sistema representativo contra incendios de la Torre Da Vinci**

### Ensayo Práctico

Para obtener los resultados del ensayo práctico se procedió a realizar una simulación en la estación de bomberos ubicada en la calle Núñez de Cáceres, con la supervisión e instrucción del Capitán instructor Richard de Jesús.



**Ilustración 19 Ensayo Práctico, estación de bomberos.**



**Ilustración 20 Ensayo Práctico, Manguera contra incendios.**

Este simulacro consistió en utilizar una manguera contra incendios, la misma que cuenta una boca o hidrante contra incendio, el cual consta de una manguera, soporte, lanza, válvula, racor, boquilla, manómetro y un armario.

Los criterios hidráulicos utilizados fueron los recomendados:

<b>Caudal</b>	<b>Presión</b>	<b>Velocidad</b>
<b>2.5 l/s</b>	<b>40 P.S.I</b>	<b>2 m/s</b>

**Tabla 17 Ensayo Práctico, Criterios recomendados.**



**Ilustración 21 Ensayo Práctico, Caudal contra incendios.**

Con estos criterios recomendados el resultado del ensayo fue positivo en cuanto a que se pudo observar que con estos parámetros de caudal, presión y velocidad recomendada, el chorro de agua es apto para apagar un fuego de riesgo leve o ligero, Fuego Tipo A que es el que presenta la Torre Da Vinci, además de que la presión y velocidad es suficiente ya que la distancia de alcance de la manguera es 28 m. Con estos criterios se puede garantizar niveles requeridos de eficacia y fiabilidad de un sistema contra incendios.



**Ilustración 22 Ensayo Práctico, Presión contra incendios.**



**Ilustración 23 Ensayo Práctico, Distancia de alcance.**

## Costos

Se realizó una cotización para el diseño contra incendio con los criterios pautados en el Reglamento para la seguridad y protección contra incendios, R-032 y una cotización para el diseño contra incendios con los criterios recomendados.

<b>Reglamento</b>	<b>Recomendación</b>
<b>Caudal de 10 l/s</b>	<b>Caudal de 2.5 m/s</b>
<b>Presión de 60 P.S.I</b>	<b>Presión de 40 P.S.I</b>
<b>Diámetro de tubería de 4"</b>	<b>Diámetro de tubería de 3"</b>
<b>Bomba de 23 HP</b>	<b>Bomba de 7.5 HP</b>

**Tabla 18 Criterios utilizados para el análisis de costo.**

Con los criterios de los HP de la bomba y el diámetro de tubería se realizó una cotización para cada caso.

### **Cotización para el caso del diseño contra incendios del reglamento**

Con una altura de 64 m se necesitan 11 tubos A58 de 4", cada tubo A58 de 4" tiene un costo de \$ RD 6,300. El costo total de tubería sería \$ RD 69,300.00 (Hub del Caribe, 2014).

Para una bomba de 25 HP, con TDH de 105 M.C.A (150 P.S.I), la bomba tendría un costo de \$ RD 98,405. Y el motor un costo de \$ RD 53,160.00 (Importadora Tropical, 2014).

Tubos \$ RD 69,300.00

Bomba \$ RD 48,825.00

Motor \$ RD 53,160.00

El costo total es de \$ RD 171,285.00

### **Cotización para el caso del diseño contra incendios recomendado**

Con una altura de 64 m se necesitan 11 tubos A58 de 3", cada tubo A58 de 3" tiene un costo de \$ RD 4,640.00. El costo total de tubería sería \$ RD 51,040.00 (Hub del Caribe, 2014).

Para una bomba de 7.5 HP, con TDH de 103 M.C.A (147 P.S.I), la bomba tendría un costo de \$ RD 48,825.00. Y el motor un costo de \$ RD 21,420.00 (Importadora Tropical, 2014).

Tubos \$ RD 51,040.00

Bomba \$ RD 42,000.00

Motor \$ RD 22,030.00

El costo total es de \$ RD 115,070.00

Se procedió a realizar este análisis de costos con el fin de seleccionar la mejor opción o la más rentable, la diferencia en el costo entre el diseño (Bomba y tuberías) pautado por el reglamento y el diseño recomendado es de \$ RD 56,215.00 es decir que la opción más rentable es la del diseño recomendado.

## Conclusiones

Con las entrevistas realizadas para la investigación de la implementación del “Reglamento para la seguridad y protección contra incendio, R-032” se puede concluir que no se implementa en su totalidad en la mayoría de las edificaciones públicas y privadas del país. Con esta investigación se puede afirmar que una de las razones por el cual no se implementa es por su falta de adaptación al sector constructivo del país.

Después de llevar a cabo un análisis crítico de dicho reglamento se procedió a recomendar que criterios hidráulicos deban ser modificados. Para dicha recomendación se realizó un ensayo teórico y práctico que permitieron la obtención de resultados objetivos. Todo esto con el fin de garantizar el control de los mismos, acorde con la realidad y los avances tecnológicos del país.

Los criterios a modificar del Reglamento para la seguridad y protección contra incendios, R-032 son el caudal mínimo de 10 l/s, la presión mínima de 60 P.S.I, y el diámetro mínimo de tubería de 4 pulgadas. Después de realizar investigaciones, cálculos, un ensayo teórico y práctico se recomienda modificar los criterios anteriores por los siguientes: caudal mínimo de 2.5 l/s, presión mínima de 40 P.S.I y diámetro mínimo de 3 pulgadas.

Se realizó además un análisis de costos con el fin de seleccionar la mejor opción o la más rentable entre el diseño contra incendios pautado por el reglamento y el recomendado. Al evaluarse las opciones se considera que la más rentable y a menor costo es la opción con los criterios de diseño recomendados, ya que el costo del diseño pautado por el reglamento tiene un costo de \$ RD 171,285.00 (bomba y tuberías) y el costo para el diseño recomendado es de \$ RD 115,070.00 (bomba y tuberías).

La modificación de los criterios presentes en el reglamento podrá aportar una serie de beneficios en lo que se refiere a contar con nuevas criterios enfocados y aplicados exclusivamente a la República Dominicana. Además de tener con seguridad normas para la debida concepción de los futuros proyectos.

## **Bibliografía**

- Abreu, J. A. (2001). *Seguridad contra incendios y explosiones: Principios Básicos*. Santander.
- Aira, T. C. (2007). *Mangueras y tipos de chorros contra incendios*. México.
- Amerex Corporation. (2013). *Wheeled Extinguishers*. Amerex, 7.
- Blanco, J. S. (Febrero 2011). *Sistema de proteccion contra incendios, sistema de control de temperatura y evacuacion de humos*. Sevilla.
- Castro, I. T. (2014, Agosto 1). Implementacion del Reglamento contra incendios, R-032. (Y. M. Rojas, Interviewer)
- Catalán, L. V. (Marzo 2007). *Seguridad frente al fuego de las estructuras de hormigón*. Madrid.
- García, U. (2014, Agosto 8). Implementacion del Reglamento para la seguridad y proteccion contra incendios, R-032. (Y. M. Rojas, Interviewer)
- GOEXTÍN, S.L. (2000). *Homologación en Sistemas Contra Incendios*. Chile: EOA.
- google earth. (2014, Julio). *Google Earth*.
- Hernández, E. (Agosto 26, 2012). *Geografía Dominicana*.
- Hidrotec, C. por A. (2011). *Sistema de extinción de incendios*. Retrieved from Hidrotec, C. por A.

- Hub del Caribe. (2014, Agosto 26). Tuberías para sistemas contra incendios. Santo Domingo, República Dominicana.
- Importadora Tropical. (2014, Agosto 26). Bombas para sistemas contra incendios. Santo Domingo, República Dominicana.
- Jesús, R. d. (2014, Agosto 15). Implementacion del Reglamento para la seguridad y proteccion contra incendios en el país. (Y. M. Rojas, Interviewer)
- Martínez, J. A. (Febrero 28, 2014). *Análisis de costo-Beneficio*. San Juan, Puerto Rico.
- Rodríguez, I. C. (2014, Julio 3). Implementacion del Reglamento para la seguridad y proteccion contra incendios, R-032. (Y. Mirambeaux, Interviewer)
- Rodríguez, C. R. (2013). *La adopción del Reglamento para la proteccion contra incendios en República Dominicana*. Santo Domingo, D.N.: I.M.H.O.
- Ruíz, R. (2006). *Historia y Evolucion del pensamiento científico*. México.
- Sampieri, D. R. (1998). *Metodologia de la investigación*. México: Mc GRAW HILL.
- SFPE. (2000). *LA INGENIERÍA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS*.
- Toribio, I. J. (2014, Julio 24). Implementacion del Reglamento contra incendios, R-032. (Y. M. Rojas, Interviewer)
- Valencia, I. F. (2008). *Diseño de un Sistema Contra Incendio con Rociadores Automáticos y Cajetines*. Guayaquil, Ecuador.

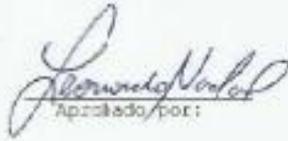
## Anexo 1 Cronograma de Actividades.

	Mayo				Junio				Julio				Agosto			
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Aprobación del anteproyecto		X														
Recopilación de información		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Redacción del capítulo I y II				X	X	X										
Redacción el capítulo III							X	X								
Redacción del capítulo IV									X	X	X	X	X	X	X	X
Diseño y aplicación de instrumentos													X	X	X	X
Procesamiento de la información													X	X	X	X
Análisis e interpretación de resultados													X	X	X	X
Redacción final del documento																X
Presentación del trabajo de investigación													Septiembre			

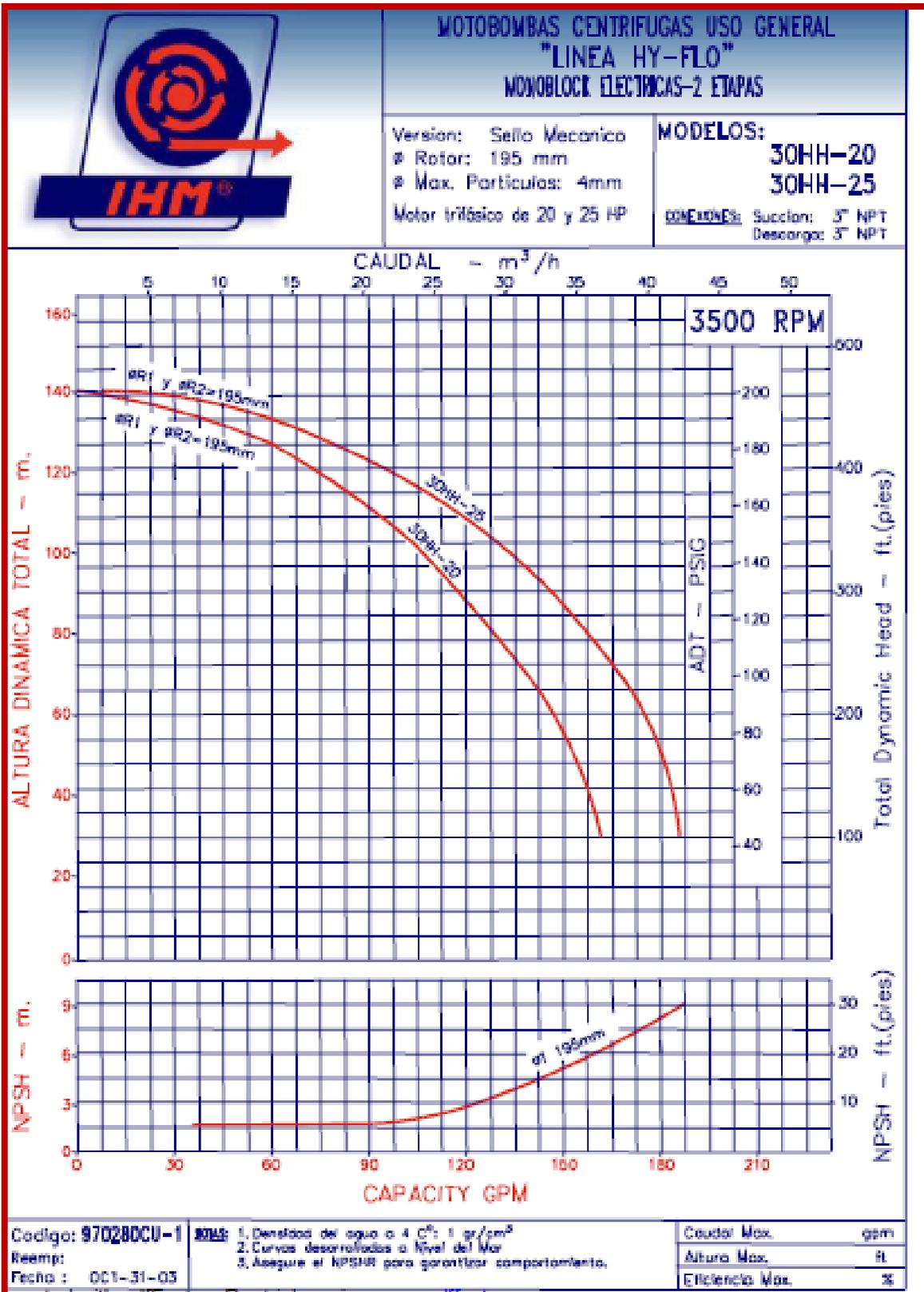
<b>IMPORTADORA TROPICAL, S. A.</b> R.N.C.: 101010231 Calle H No. 39. Zona Industrial de Herrera, Apartado 750 Santo Domingo R. D. E-mail. info@importadoratropical.com Tels. (809) 531-6066 Fax. (809) 531-1928.		Cotización: 19325 Página: 1/1 Fecha Emisión: 28/08/2014																				
Cliente: GEN01 YUALIS MIRAMBEAUX R.N.C.: Dirección: Teléfonos: 809-978-8900 FAX: Transporte:001 SANTO DOMINGO, R.D.		Cond. Pago: CONTADO																				
Moneda: RD\$																						
Código	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Neto																		
15HH-7.5	BOMBA IHM 15HH-7.5 CAPACIDAD: 20 GPM vs. 340' T.D.H. (147 P.S.I.)	1.00	42,000.00	42,000.00																		
C11741	MOTOR ELECTRICO 7½ H.P., TRIFASICO, 3500 RPM, TIPO O.D.P., FRAME 184JM, 208-230/460V., 19 AMPS @ 208V  "ALTERNATIVA"	1.00	22,030.00	22,030.00																		
20H-7-5	BOMBA CENTRIFUGA MONOBLOQUE MARCA "IHM" SUCCION Y DESCARGA 2"Ø CAPACIDAD: 50 GPM VS. 231' T.D.H (100 P.S.I.)  ENTREGA: INMEDIATA  CONDICIONES DE PAGO: DE CONTADO  VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 SEMANA	1.00	19,200.00	19,200.00																		
 Aprobado por:		Recibido por:		<table border="1"> <tr> <td>Sub-Total:</td> <td></td> <td>83,230.00</td> </tr> <tr> <td>% Desc.:</td> <td>0.00%</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Recargo:</td> <td>%</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>ITBIS:</td> <td></td> <td>14,981.40</td> </tr> <tr> <td>Otros:</td> <td></td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td><b>Neto:</b></td> <td></td> <td><b>98,211.40</b></td> </tr> </table>	Sub-Total:		83,230.00	% Desc.:	0.00%	0.00	Recargo:	%	0.00	ITBIS:		14,981.40	Otros:		0.00	<b>Neto:</b>		<b>98,211.40</b>
Sub-Total:		83,230.00																				
% Desc.:	0.00%	0.00																				
Recargo:	%	0.00																				
ITBIS:		14,981.40																				
Otros:		0.00																				
<b>Neto:</b>		<b>98,211.40</b>																				

**Anexo 2 Cotización de la bomba contra incendio (Recomendada) (Importadora Tropical, 2014).**

PDF created with pdfFactory Pro trial version [www.pdffactory.com](http://www.pdffactory.com)

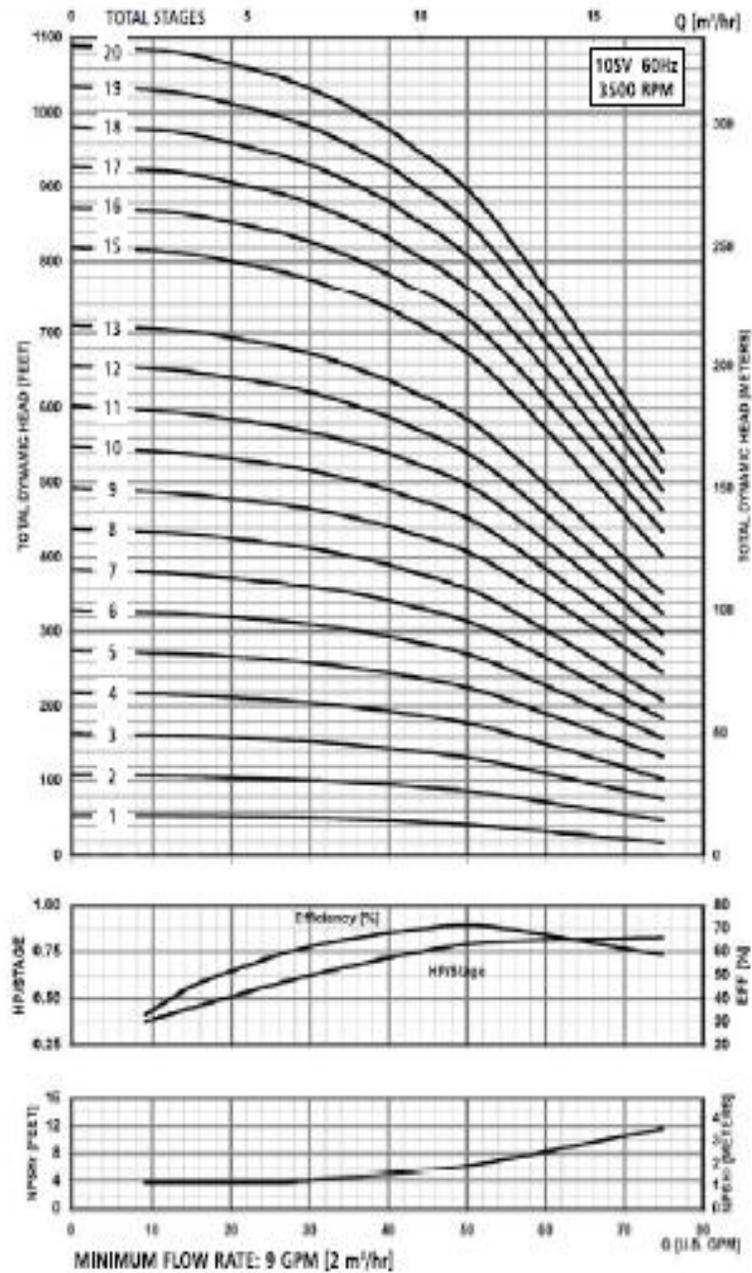
<b>Importadora Tropical, S. A.</b> R.N.C.: 101010231 Calle H No. 3B. Zona Industrial de Herrera, Apartado 750 Santo Domingo R. D. E-mail: <a href="mailto:info@importadoratropical.com">info@importadoratropical.com</a> Tels. (809) 531-6066 Fax. (809) 531-1928.		Cotización: 19281 Página: 1/1 Fecha Emisión: 26/08/2014																				
Cliente: GEN01 YUALIS MIRAMBAUX R.N.C.: Dirección: Teléfonos: 809-879-8900 FAX: Transporte: 001 SANTO DOMINGO, R.D.		Condición Pago: CONTADO     Moneda: RD\$																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Código</th> <th style="width: 50%;">Descripción</th> <th style="width: 10%;">Cantidad</th> <th style="width: 15%;">Precio Unitario</th> <th style="width: 15%;">Neto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">30HH-24</td> <td style="padding: 2px;">BOMBA 1HM 30HH-24 SUCCION * DESCARGA 3" CAPACIDAD: 105 GPM VS. 150 P.S.I. (347' T.D.H.)(105 M.C.A.)</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1.00</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">48,825.00</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">48,825.00</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C14741</td> <td style="padding: 2px;">MOTOR ELÉCTRICO 20 H.P., TRIFÁSICO, 208-230/460V., TIPO O.D.P., FRAME 254JM  EMAIL <a href="mailto:yualismirambaux@gmail.com">yualismirambaux@gmail.com</a>  ENTREGA: INMEDIATA  CONDICIONES DE PAGO: DE CONTADO  VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 SEMANA</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1.00</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">53,160.00</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">53,160.00</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Neto	30HH-24	BOMBA 1HM 30HH-24 SUCCION * DESCARGA 3" CAPACIDAD: 105 GPM VS. 150 P.S.I. (347' T.D.H.)(105 M.C.A.)	1.00	48,825.00	48,825.00	C14741	MOTOR ELÉCTRICO 20 H.P., TRIFÁSICO, 208-230/460V., TIPO O.D.P., FRAME 254JM  EMAIL <a href="mailto:yualismirambaux@gmail.com">yualismirambaux@gmail.com</a>  ENTREGA: INMEDIATA  CONDICIONES DE PAGO: DE CONTADO  VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 SEMANA	1.00	53,160.00	53,160.00							
Código	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Neto																		
30HH-24	BOMBA 1HM 30HH-24 SUCCION * DESCARGA 3" CAPACIDAD: 105 GPM VS. 150 P.S.I. (347' T.D.H.)(105 M.C.A.)	1.00	48,825.00	48,825.00																		
C14741	MOTOR ELÉCTRICO 20 H.P., TRIFÁSICO, 208-230/460V., TIPO O.D.P., FRAME 254JM  EMAIL <a href="mailto:yualismirambaux@gmail.com">yualismirambaux@gmail.com</a>  ENTREGA: INMEDIATA  CONDICIONES DE PAGO: DE CONTADO  VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 SEMANA	1.00	53,160.00	53,160.00																		
 Aprobado por:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Sub-Total:</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">101,985.00</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">% Desc.:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">0.00%</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Recargo:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">%</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ITBIS:</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">18,357.30</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Otros:</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Neto:</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">120,342.30</td> </tr> </table>			Sub-Total:		101,985.00	% Desc.:	0.00%	0.00	Recargo:	%	0.00	ITBIS:		18,357.30	Otros:		0.00	Neto:		120,342.30
Sub-Total:		101,985.00																				
% Desc.:	0.00%	0.00																				
Recargo:	%	0.00																				
ITBIS:		18,357.30																				
Otros:		0.00																				
Neto:		120,342.30																				
Recibido por: _____																						

**Anexo 3 Cotización de la bomba contra incendio (Reglamento) (Importadora Tropical, 2014).**



**Anexo 4 Gráfico de selección de bomba contra incendios I (Importadora Tropical, 2014).**

105V Curve 3500 RPM



Anexo 5 Gráfico de selección de bomba II (Importadora Tropical, 2014).



**Anexo 6 Foto I de ensayo práctico.**



**Anexo 7 Foto II ensayo práctico.**



**Anexo 8 Foto III ensayo práctico.**



**Anexo 9 Foto IV ensayo práctico.**



**Anexo 10 Visita a los Bomberos, ensayo práctico.**



**Anexo 11 Visita a la Estación de Bomberos, Camión de bomberos.**



**Anexo 12 Ruta de la Estación de Bomberos.**



**Anexo 13 Visita a Toribio Mones, Equipos contra incendios, Extintores.**



**Anexo 14 Visita a Toribio Mones, Equipos contra incendios.**



**Anexo 15 Visita a Toribio Mones, Equipos contra incendios, Evacuación.**



**Anexo 16 Visita a Toribio Mones, Equipos contra incendios, Sistema contra incendios.**



**Anexo 17 Visita a Sistema contra incendios de La sirena, Mantenimiento de B.I.E.**



**Anexo 18 Visita al sistema contra incendios de La sirena, mantenimiento de los rociadores.**



**Anexo 19 Visita al sistema contra incendios de La sirena, mantenimiento de Riser.**



**Anexo 20 Visita a sistema contra incendios de La sirena, Cisterna y Motor de bomba.**



**Anexo 21 Mantenimiento del cabezal de pruebas y baterías.**



**Anexo 22 Mantenimiento del motor y la bomba contra incendios.**



**Anexo 23 Panel de control e hidrante contra incendios.**



Acta de defensa del trabajo de grado de Yurismil Mirambeaux y Gilberto Rojas.

---

Sustentante Yurimil Mirambeaux

---

Sustentante Gilberto Rojas

---

Asesora Ing. Roselyn Rogríguez

---

Presidente del jurado Ing. Carlos Muñoz.

---

Jurado Ing. Francisco Suero, Director de la Escuela de Ingeniería Civil.

---

Jurado Ing. César Torres.

---

Ing. Carlos Troncoso, Decano de la Facultad de Ciencia y Tecnología.