

**Universidad de Costa Rica  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil**

**Análisis de Riesgo de Incendio en el Liceo Luís Dobles Segrega y propuesta  
de mejoras en el inmueble para reducir el riesgo de incendio y cumplir con  
la ley 7600**

**Trabajo de Graduación**

Que para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta:

**Adrián Mora Guevara**

Director de Proyecto de graduación

**José Luis Salas Quesada**

Ciudad universitaria Rodrigo Facio

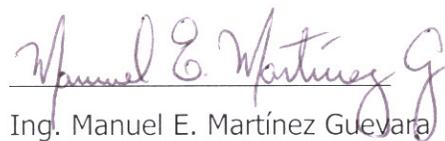
## **Consejo Asesor**

### **Director:**

---

Ing. José Luis Salas Quesada

### **Asesores:**



---

Ing. Manuel E. Martínez Guevara



---

Msc. Iván Ceciliano Arce

### **Estudiante:**



---

Adrián Mora Guevara

Fecha: 2010, Agosto, 23

**El suscrito Adrián Mora Guevara**, cédula 1-1209-0992 estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné **A23316**, manifiesta que es autor del Proyecto Final de Graduación **Análisis de Riesgo de Incendio en el Liceo Luís Dobles Segrega y propuesta de mejoras en el inmueble para reducir el riesgo de incendio y cumplir con la ley 7600**, bajo la Dirección del **Ing. José Luis Salas Quesada**, quien en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de ésta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.

## ***Dedicatoria***

Este trabajo se lo dedico a mis padres, que siempre me apoyaron sin importar nada, y a todas aquellas personas que de una u otra manera me ayudaron durante mi formación académica, y más importante aun, durante mi formación como persona.

## ***Reconocimientos***

Quisiera agradecerle a mis compañeros de carrera, que con su apoyo y amistad, me ayudaron a cursar mi carrera de manera exitosa. Gracias a todos ustedes es que me encuentro donde estoy, me ayudaron a crecer como persona y como profesional, a ustedes que me acompañaron todos estos años, gracias de corazón.

# Índice

Introducción	1
Justificación	1
Problema específico	1
Importancia	1
Antecedentes teóricos y prácticos del problema	2
Objetivos	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
Hipótesis	8
Delimitación del problema	8
Alcance	8
Limitaciones	9
Descripción de la metodología a usar	10
Mecanismos posibles para la evaluación del proyecto.	11
Eficiencia	11
Eficacia	11
Impacto	11
Pertinencia	12
Perdurabilidad	12
1. Fundamentos de los Incendios	13
1. 1 Definición de fuego	13
1. 1. 1 Triangulo y tetraedro del fuego	13
1. 1. 2 Tipos de combustión	15
1. 1. 3 Resultados de la combustión	16
1. 2 Tipos de incendio	17
1. 2. 1 Clasificación de los fuegos	17

1. 3 Causas y mitigación de incendios	20
1. 3. 1 Fuentes de Calor	20
2. Riesgos Potenciales de Incendio	24
2. 1 Clasificación del riesgo de incendio	24
2. 2 Clasificación de edificaciones	24
2. 2. 1 Clasificación nacional	24
2. 2. 2 Clasificación internacional NFPA (National Fire Protection Association)	25
2. 3 Clasificación de los elementos en la construcción	26
2. 3. 1 Elementos portantes	26
2. 3. 2 Elementos no portantes	26
2. 4 Clasificación de los materiales en la construcción	26
2. 5 Sistemas eléctricos	29
3. Medidas de protección contra incendio	30
3. 1. Resistencia de los materiales ante el fuego	30
3. 2 Protección pasiva	31
3. 2. 1 Compartimentación o sectorización	31
3. 2. 2 Elementos de evacuación	32
3. 3 Protección activa	36
3. 3. 1 Sistemas de detección	37
3. 3. 2 Sistemas de alarma	37
3. 3. 3 Señalización	38
3. 3. 4 Extinción (sistemas fijos para el combate de incendios)	40
3. 4 Medidas de protección contra incendios en el Liceo Luis Dobles Segreda	45
3. 4. 1 Materiales del Liceo Luis Dobles Segreda	45
3. 4. 2 Protección pasiva en el Liceo	47
3. 4. 3 Protección activa en el Liceo	49
4. Análisis cuantitativo del riesgo de incendio	54

4. 1 Método de Meseri	54
4. 1. 1 Método de cálculo	54
4. 1. 2 Factores propios de las instalaciones	55
4. 1. 3 Factores de protección	65
4. 1. 4 Resultados del método	67
4. 2 Método de Gretener	68
4. 2. 1 Carga de incendio mobiliaria (q)	70
4. 2. 2 Combustibilidad (c)	71
4. 2. 3 Peligros de humo (r)	72
4. 2. 4 Peligro por toxicidad o corrosión (k)	72
4. 2. 5 Carga de incendio inmobiliario (i)	73
4. 2. 6 Nivel de planta o altura útil del edificio (e)	74
4. 2. 7 Amplitud de la superficie (g)	75
4. 2. 8 Medidas de protección	76
4. 2. 9 Peligro de activación (A)	84
4. 2. 10 Riesgo aceptado (Ra)	85
4. 2. 11 Resultados	87
5. Análisis del inmueble para cumplimiento de la ley 7600	89
5. 1 Generalidades geométricas relativas al cumplimiento de la ley 7600	89
5. 1. 1 Símbolo internacional de acceso.	89
5. 1. 2 Lavaderos y fregaderos	89
5. 1. 3 Fuentes de calor	90
5. 1. 4 Puertas	90
5. 1. 5 Controles de ventanas	90
5. 1. 6 Cuarto de baño	90
5. 1. 7 Dispositivos y accesorios	90
5. 1. 8 Lavatorios	91
5. 1. 9 Ducha	91
5. 1. 10 Pendientes	91

5. 1. 11 Aceras	91
5. 1. 12 Rampas en las aceras	92
5. 1. 13 Señales y salientes	92
5. 1. 14 Elementos urbanos	92
5. 1. 15 Aleros	92
5. 1. 16 Pasamanos	92
5. 1. 17 Escaleras.	93
5. 1. 18 Pisos antiderrapantes	93
5. 1. 19 Contraste en la coloración	93
5. 1. 20 Iluminación artificial	93
5. 1. 21 Barandas de seguridad	93
5. 1. 22 Puerta	93
5. 1. 23 Pasillos	94
5. 1. 24 Servicios sanitarios	94
5. 1. 25 Inodoros, duchas y accesorios	94
5. 1. 26 Dispositivos	95
5. 1. 27 Teléfonos públicos	95
5. 1. 28 Cerraduras	95
5. 1. 29 Mesas, mostradores y ventanillas	95
5. 1. 30 Estantes y anaqueles	95
5. 1. 31 Entradas a edificios	95
5. 2 Condiciones a mejorar en el Liceo Luis Dobles Segreda para cumplir con la ley 7600	96
5. 2. 1 Símbolo de accesibilidad	96
5. 2. 2 Lavaderos, fregaderos y lavabos	96
5. 2. 3 Puertas	96
5. 2. 4 Controles de ventanas	97
5. 2. 5 Cuarto de baño	97
5. 2. 6 Dispositivos y accesorios	97

5. 2. 7 Pendientes	97
5. 2. 8 Aceras y pasillos	98
5. 2. 9 Escaleras	98
5. 2. 10 Pisos antiderrapante	98
5. 2. 11 Contraste de coloración	98
5. 2. 12 Iluminación artificial	99
5. 2. 13 Barandas de seguridad	99
5. 2. 14 Mesas, mostradores y ventanillas	99
Conclusiones	100
Recomendaciones	101
Bibliografía	104
Anexos	108
Anexo 1. Valores de carga térmica inmobiliaria (Según la Norma NTP- 37).	109
Anexo 2. Mapa de ubicación de los hidrantes cercanos al Liceo Luis Dobles Segreda	
Anexo 3. Planos	117
Anexo 3. 1 Esquema actual de las instalaciones del Liceo Luis Dobles Segreda.	118
Anexo 3. 2 Ubicación propuesta para los extintores en las instalaciones del Liceo Luis Dobles Segreda.	120
Anexo 3. 3 Propuestas de mejoras en las instalaciones del Liceo Luis Dobles Segreda para cumplir con la Ley 7600.	122
Anexo 3. 4 Rutas de evacuación en caso de emergencia.	125
Anexo 4. Protocolo de Acción en caso de Emergencia.	127
Protocolo de acción en caso de emergencia	128
Preparación antes del evento	128
Recomendaciones antes de un incendio	129
Acciones durante el evento	130
Recomendaciones durante una emergencia de incendio	131

Acción después del evento	132
Anexo 5. Presupuesto aproximado de las mejoras propuestas.	133
Anexo 6. Resultados de métodos luego de aplicadas las mejoras propuestas.	135
Anexo 6. 1 Método de Meseri	136
Anexo 6. 2 Método de Gretener	138

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Eficacia de extintores en distintos tipos de fuego	44
Cuadro 2. Materiales de los edificios del Liceo Luis Dobles Segreda	46
Cuadro 3. Demanda de caudal en caso de incendio	52
Cuadro 4. Duracion de un incendio según su caudal requerido	53
Cuadro 5. Evaluación de los valores del coeficiente P	55
Cuadro 6. Valores del factor de altura del edificio	56
Cuadro 7. Valores del factor de mayor sector de incendio	57
Cuadro 8. Valores del factor de resistencia al fuego	57
Cuadro 9. Valores del factor de techos falsos.	58
Cuadro 10. Valores del factor de distancia a los bomberos.	58
Cuadro 11. Valores del accesibilidad al edificio	59
Cuadro 12. Valores del peligro de activación.	60
Cuadro 13. Valores del factor de carga de fuego.	60
Cuadro 14. Valores del factor de combustibilidad.	61
Cuadro 15. Valores del factor de orden y limpieza.	61
Cuadro 16. Valores del factor de almacenamiento en altura.	62
Cuadro 17. Valores del factor de concentración.	62
Cuadro 18. Valores del factor de propagabilidad vertical y horizontal.	63
Cuadro 19. Valores del factor de destructibilidad por calor.	63
Cuadro 20. Valores del factor de destructibilidad por humo.	64
Cuadro 21. Valores del factor de destructibilidad por corrosión.	64
Cuadro 22. Valores del factor de destructibilidad por agua.	65
Cuadro 23. Valores del factor de protección a las instalaciones	65
Cuadro 24. Valores del factor de brigada interna.	66
Cuadro 25. Resultados del Método de Meseri en el Liceo Luis Dobles Segreda	67
Cuadro 26. Valores de carga de incendio inmobiliaria (q) para carga térmica (Qm).	71

Cuadro 27. Categorías según el grado de peligro de combustibilidad (c).	72
Cuadro 28. Categorías según el peligro de formación de humos (r).	72
Cuadro 29. Categorías según el peligro de corrosión y/o toxicidad (k).	73
Cuadro 30. Carga de incendio inmobiliaria (i).	73
Cuadro 31. Valores del factor e para edificios de una planta.	74
Cuadro 32. Valores del factor e, para sótanos.	74
Cuadro 33. Valores del factor e de acuerdo a la altura del nivel del piso.	75
Cuadro 34. Valores del factor g según dimensiones y área del compartimiento.	75
Cuadro 35. Valores del factor n1	76
Cuadro 36. Valores del factor n2	77
Cuadro 37. Valores del factor n3	77
Cuadro 38. Valores del factor n4	78
Cuadro 39. Valores del factor n5	78
Cuadro 40. Valores del factor s1	79
Cuadro 41. Valores del factor s2	80
Cuadro 42. Valores del factor s3	80
Cuadro 43. Valores del factor s4	81
Cuadro 44. Valores del factor s5	81
Cuadro 45. Valores del factor f1	82
Cuadro 46. Valores del factor f2	83
Cuadro 47. Valores del factor f3	83
Cuadro 48. Valores del factor f4	84
Cuadro 49. Valores del factor A según el peligro de activación	84
Cuadro 50. Rango de valores para el factor de corrección del riesgo aceptado	85
Cuadro 51. Valores del factor de corrección en función del número de personas del compartimiento cortafuego y su situación.	86
Cuadro 52. Resultados del Método de Gretener en el Liceo Luis Dobles Segreda	87

# Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del Liceo Luis Dobles Segreda, San José Costa Rica. Año 2009.	4
Figura 2. Ejemplo de falta de rampas de acceso en el Liceo Luis Dobles Segreda. Año 2009 (Incumplimiento de artículo 41, ley 7600)	5
Figura 3. Ejemplo de barreras físicas en el Liceo Luis Dobles Segreda. Año 2009 (Incumplimiento de artículo 54, ley 7600)	6
Figura 4. Metodología a utilizar	10
Figura 5. Triangulo y tetraedro del fuego	15
Figura 6. Símbolo internacional fuego clase A	18
Figura 7. Símbolo internacional fuego clase B	18
Figura 8. Símbolo internacional fuego clase C	19
Figura 9. Símbolo internacional fuego clase D	19
Figura 10. Símbolo internacional fuego clase K	20
Figura 11. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios (forma rectangular o cuadrada, pictograma blanco sobre fondo rojo).	40
Fuente: <a href="http://fete.ugt.org">http://fete.ugt.org</a>	40
Figura 12. Triangulo y tetraedro del fuego	42
Figura 13. Triangulo y tetraedro del fuego	43
Figura 14. Símbolo internacional de acceso	89

Mora Guevara, Adrián

Análisis de Riesgo de Incendio en el Liceo Luís Dobles Segrega y propuesta de mejoras en el inmueble para reducir el riesgo de incendio y cumplir con la ley 7600

Proyecto de Graduación – Ingeniería Civil – San José. C.R.:

A. Mora G., 2010

xvi, 107, [32]h; ils. col.– 32 refs.

## Resumen

El presente proyecto consiste en un análisis de riesgo de incendio en las instalaciones del Liceo Luis Dobles Segreda. Este, se lleva a cabo mediante la aplicación de los métodos de Gretener y Meseri, los cuales proporcionan Resultados cualitativos y cuantitativos del riesgo por incendio. Por otra parte, se lleva a cabo una inspección de las instalaciones para comprobar la aplicación de la ley 7600 de igualdad de oportunidades y por último se hace una propuesta de mejoras en el inmueble para reducir el riesgo de incendio y para cumplir con la ley 7600.

La importancia de este trabajo radica en la carencia de una cultura de prevención en materia de incendios y de la falta de herramientas para fiscalizar las condiciones de las edificaciones en materia de riesgo de incendio, por lo cual, es de vital importancia la concientización de esta realidad y la implementación de medidas que ayuden a cambiar esta situación.

El riesgo de incendio en las instalaciones del Liceo Luis Dobles Segreda debe de ser mejorado, por lo cual se proponen una serie de modificaciones tanto al inmueble como a los procesos de prevención para reducir el riesgo de incendio, así como modificaciones para cumplir con la ley de igualdad de oportunidades. A. M. G.

FUEGO; RIESGO DE INCENDIO; LICEO LUIS DOBLES SEGREDA; PROTOCOLO DE EMERGENCIA; 7600

Ing. José Luis Salas Quesada  
Escuela de Ingeniería Civil

# **Introducción**

## ***Justificación***

### **Problema específico**

El Liceo Luís Dobles Segrega, es una institución del estado, que tiene por fin el dar educación a los jóvenes para formarse como bachilleres en educación media. Dicho centro de educación presenta una alta densidad de población, la cual, dadas las condiciones actuales de infraestructura, se ve sometida a un riesgo de importante magnitud en lo que respecta a un eventual incendio, en adición, no se cuenta con un plan de manejo durante la emergencia.

Por otro lado, el inmueble no cumple con las especificaciones de la ley 7600 para personas con discapacidad, en la cual, se indica que las instalaciones deben de contar con infraestructura adecuada, para que las personas con movilidad restringida tengan acceso al mismo, lo que se vuelve mas critico en caso de que ocurra un incendio.

El riesgo de incendio es un factor importante a considerar en la actualidad, ya que los mismos, pueden causar un gran daño a bienes materiales y a la vida humana.

### **Importancia**

En la actualidad, Costa Rica no cuenta con un código o reglamento que procure la seguridad contra fuego en edificios y obras civiles. Si bien se hace referencia en algunos manuales de construcción, el material con que se cuenta resulta insuficiente.

La naturaleza del inmueble, hace que se den altas concentraciones de personas durante largos periodos (día lectivo), lo cual, hace urgente la implementación de un plan de emergencias y evacuación en caso de incendio.

El correcto funcionamiento del edificio según la ley 7600 puede ser una herramienta importante al momento de una emergencia, ya que garantiza la fácil, rápida y adecuada evacuación de personas discapacitadas y no discapacitadas en corto tiempo.

El contar con un análisis de riesgo, así como un plan de implementación de medidas correctivas, puede ayudar a salvar vidas en caso de emergencia, así como a sentar un precedente, que lleve al sector de la construcción en nuestro país, a la incorporación de una serie de medidas de seguridad en el diseño, construcción y selección de materiales que cumplan con estándares de calidad necesarios para garantizar seguridad a los ocupantes de las edificaciones.

Uno de los principales objetivos de cualquier obra civil, es la de ser segura para los ocupantes de la misma, y, ante una situación de emergencia de cualquier índole, mostrarse resistente hasta lograr la completa desocupación del inmueble, minorizando el riesgo para las personas y minimizando los costos por daños al inmueble.

## **Antecedentes teóricos y prácticos del problema**

La existencia del fuego en la sociedad ha sido de gran beneficio para el hombre, sin embargo, el uso indebido y la naturaleza destructiva del mismo, han provocado efectos negativos en la naturaleza, en los bienes materiales y en la vida humana en general que han resultado inherentes a la manipulación del mismo y productos que lo producen y propagan con facilidad.

Es por esto, que fue creado un departamento especial, enfocado a la mitigación del fuego, con el nombre de cuerpo de bomberos. Sin embargo, la labor del cuerpo de bomberos, en ocasiones resulta escueta, para resolver emergencias de incendio, dada la falta de recursos del mismo. Es por esto, que se ha venido desarrollando en los últimos años, una serie de estudios y técnicas que ayuden a los bomberos a contener los incendios, y erradicarlos lo antes posible, para evitar así pérdidas materiales y humanas.

Se han desarrollado una serie de materiales resistentes al fuego, así como técnicas de diseño que impiden la rápida propagación del fuego, así como una serie de protocolos para mejorar la reacción humana ante una catástrofe de este tipo.

Este proyecto tiene como precedentes una variedad de estudios que ejemplifican esta problemática y son por ende antecedentes prácticos del problema.

En ellos se analiza y se trata de dar una evaluación del riesgo de incendio para un edificio en particular. Se utilizan los diferentes métodos de evaluación existentes y más comunes. De estos se pueden mencionar los siguientes de manera ilustrativa:

- Castro, E. (2007). Propuesta de modificación al Reglamento a la Ley 7600 de Costa Rica. En dicho proyecto se analizan las diferentes debilidades de la ley 7600, para una apropiada modificación, que la actualice y mejore.
- Ureña, L. (2007). Accesibilidad universal en las escuelas Buenaventura Corrales y Pilar Jiménez. En este proyecto se enfatiza en la accesibilidad a las personas en dichas escuelas, lo cual será relacionado con la parte de ley 7600 de la presente propuesta.
- Villalta, R. (2009). Evaluación de riesgo de incendio y proposición de soluciones en las instalaciones del Colegio Vocacional Monseñor Sanabria. Este proyecto desarrolla los métodos a utilizar en la presente propuesta para evaluar los riesgos de incendios en instituciones públicas.

Por otro lado, con la creación de la ley 7600 para personas con discapacidades, se ha venido mejorando en el país, la infraestructura existente, haciéndola apropiada para el fácil ingreso de estas personas, quienes, hasta hace unos años, debían lidiar con la incomodidad y en ocasiones imposibilidad de acceso a lugares de reunión pública.

La implementación de la ley 7600 en el Liceo Luis Dobles Segrega, brindará una oportunidad a las personas menos afortunadas, a tener una opción mas para formarse como ciudadanos en un ambiente que presente facilidades de acceso y movimiento para ellos.

El Liceo Luis Dobles Segreda fue creado en 1959, está ubicado en Sanaba Este a un costado del Gimnasio Nacional, y junto al Museo de Arte Costarricense. El inmueble cuenta con cuatro pabellones principales de aulas, de los cuales, dos de ellos cuentan con segundo piso. Además, existen edificios pequeños que albergan al personal administrativo, dirección, sala de juntas, etc. El campus colinda en uno de sus costados con el Gimnasio Nacional, en otro con la sabana (área verde), el tercero colinda con la calle este de la sabana y en su último costado con una calle secundaria de la Sabana.

A continuación se muestra la Figura 1, en la cual, se detalla la ubicación del Liceo.



**Figura 1.** Ubicación del Liceo Luis Dobles Segreda, San José Costa Rica. Año 2009.

**Fuente:** Google Earth

En la actualidad, el Liceo cuenta con una población de 1800 estudiantes, de los cuales, 1 presenta una discapacidad severa (espina bífida) y varios presentan lesiones temporales que empeoran su capacidad de desplazamiento (quebraduras de piernas). La infraestructura existente, no cumple con la ley 7600, y por ende, da una serie de limitaciones a los estudiantes y personas en general, de hacer uso normal de las instalaciones. En las figuras 2,

3, 4 y 5 se muestran algunos de los casos en los que la infraestructura presenta una barrera física para las personas con movilidad restringida.

La figura 2 muestra una de los dos accesos a las oficinas administrativas y dirección del colegio, de los cuales, ninguno tiene rampas de acceso para discapacitados o personas con movilidad restringida, lo cual, dificulta a estas personas a hacer uso de dichas instalaciones.



**Figura 2.** Ejemplo de falta de rampas de acceso en el Liceo Luis Dobles Segreda. Año 2009 (Incumplimiento de artículo 41, ley 7600)

En la figura 3 se muestra el único acceso al área verde del Liceo Luis Dobles Segreda, el cual, presenta una barrera física en su parte inferior para personas con discapacidad o con movilidad restringida, impidiendo que hagan uso de dicha área, que tiene como fin el esparcimiento y recreación de los estudiantes.



**Figura 3.** Ejemplo de barreras físicas en el Liceo Luis Dobles Segreda. Año 2009  
(Incumplimiento de artículo 54, ley 7600)

## ***Objetivos***

### **Objetivo general**

Llevar a cabo un análisis técnico integral de riesgo de incendio en el Liceo Luís Dobles Segreda, y proponer las mejoras necesarias para el cumplimiento de la ley 7600.

### **Objetivos específicos**

- Describir los fundamentos de un incendio y los componentes de la gestión del riesgo.
- Efectuar una evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo por incendio de la edificación, empleando los métodos cuantitativos de Gretener y MESERI.
- Determinar los factores que hacen vulnerable a la edificación ante el riesgo de un incendio.
- Verificar si la edificación en las condiciones actuales cumple o no con la ley 7600 de la República de Costa Rica para incluir en la solución propuesta las modificaciones necesarias para cumplir con esta ley.
- Definir posibles soluciones para prevenir el riesgo de incendio en el inmueble y seleccionar la más viable a cumplir en el corto plazo.
- Realizar un diseño preliminar de la solución seleccionada como la más viable y estimar el costo para su implementación.
- Realizar un protocolo de incendio para la edificación.

## ***Hipótesis***

Dada la antigüedad en que fue construido, la antigüedad de los materiales del centro educativo, las posibles malas prácticas constructivas utilizadas en la construcción del inmueble y la escasez de remodelaciones en el Liceo Luis Dobles Segreda, el mismo se encuentra expuesto en la actualidad a un considerable riesgo de incendio, y además, se encuentra en incumplimiento de la ley 7600 de igualdad de oportunidades.

## ***Delimitación del problema***

### **Alcance**

La investigación sobre el riesgo por incendio, la evaluación de la ley 7600, así como la propuesta de las medidas de prevención y mitigación, se aplicarán al Liceo Luís Dobles Segreda en todos sus inmuebles, también se tomará en cuenta todo el perímetro común entre los edificios, tales como áreas verdes, zonas de recreo y accesos al liceo.

Se realizará una evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo por incendio en los edificios, luego, se formularán soluciones al problema en los inmuebles.

Las características de los materiales de construcción utilizados en la edificación de estudio, así como la distribución espacial de las áreas internas serán obtenidas de los planos constructivos, y se verán complementados con visitas de campo.

En la evaluación, se implementarán únicamente los métodos de Gretener y Meseri, los cuales, fueron elegidos entre otros métodos para la evaluación del riesgo de incendio que se utilizan en la actualidad.

El presupuesto de las posibles mejoras al inmueble es parte importante de este proyecto, y por tanto, se incluirá en el mismo.

## **Limitaciones**

La propuesta de mejoras, así como el presupuesto de las mismas y las recomendaciones para el cumplimiento de la ley 7600, son validos únicamente para el Liceo Luís Dobles Segreda. La aplicación de estas medidas a otros edificios estará sujeta a un análisis de las condiciones específicas con que se cuente.

El análisis es válido mientras no se realicen cambios en la estructura, que modifiquen las características del centro, para bien o para mal. Cualquier cambio realizado, debe ser analizado y tomado en cuenta para un nuevo análisis de riesgo.

## ***Mecanismos posibles para la evaluación del proyecto.***

### **Eficiencia**

La eficiencia se cuantificará por medio de la comparación entre lo planificado y cotizado en el presente proyecto y lo conseguido una vez se dé inicio a los cambios propuestos, es decir, la medida en que la realidad del proyecto se acerque a lo anticipado en la programación del proyecto. Para que este indicador sea correcto, es necesario una buena planificación y una buena estimación de costos, para conseguir una buena aproximación a la realidad, que sirva como un parámetro real de verificación.

### **Eficacia**

Se puede medir mediante la aplicación de los métodos de Gretener y Meseri antes y después de realizados los cambios o mejoras para disminuir el riesgo de incendio, lo cual, proporciona indicadores cualitativos y cuantitativos de la mejora alcanzada.

Por medio de listas de chequeo para la ley 7600, se tendrá una herramienta para verificar cuantitativamente los logros conseguidos. Además, se obtendrá un parámetro cualitativo de parte de las personas con restricción de movilidad que hagan uso del centro educativo en cuestión.

### **Impacto**

Los cambios para disminuir el riesgo de incendio, solo serán notados en caso de incendio, por lo cual, no se cuenta con una herramienta que pueda medir dichos cambios. Los cambios para cumplir con la ley 7600 serán percibidos directamente únicamente por las personas con discapacidad, las cuales, notarán de manera radical, una mejora en su capacidad para movilizarse por las instalaciones del Liceo.

## Descripción de la metodología a usar

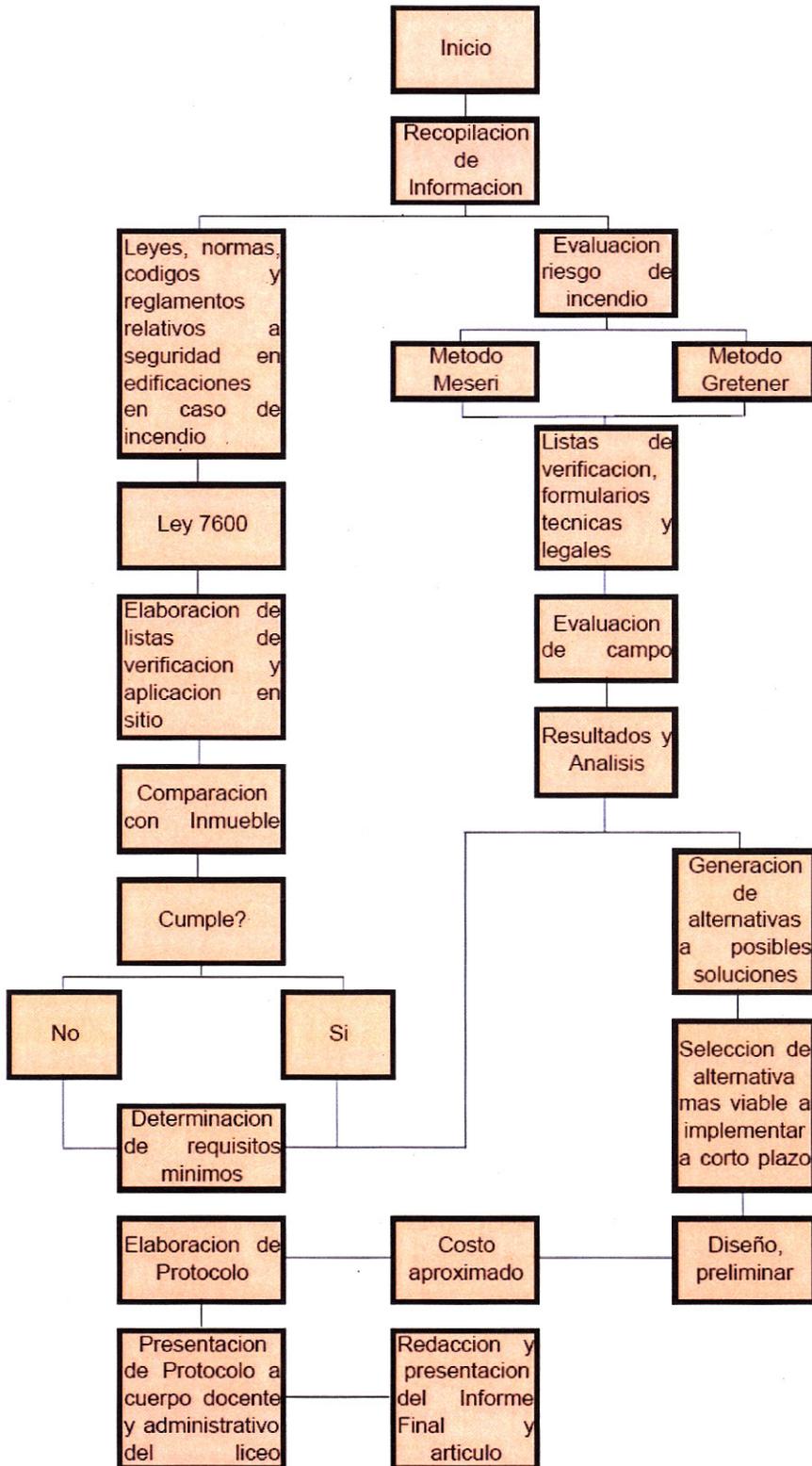


Figura 4. Metodología a utilizar

## **Pertinencia**

El proyecto pretende, mediante la aplicación de los métodos de Gretener y Meseri, reducir el riesgo de incendio en el Liceo Luis Dobles Segreda, lo cual, puede eventualmente salvar la vida a alguna persona que se encuentre en el inmueble durante la ocurrencia de una tragedia. Esto nos lleva a la pregunta de ¿cuanto vale una vida humana? O bien ¿Cuánto vale el riesgo de muerte de una persona? Esta pregunta se ha tratado de responder con anterioridad, y ha resultado una de las mas difíciles de contestar, debido a la subjetividad que la misma presenta. Es por esto que, valorando la vida humana como el máspreciado bien, se justifica la posible inversión a realizar con este proyecto.

Por otro lado, las recomendaciones para cumplir con la ley 7600, proporcionarán una mejor calidad de vida, además, evitará posibles demandas legales por incumplimiento de la ley.

## **Perdurabilidad**

Las medidas para reducir el riesgo de incendio, y para cumplir con la ley 7600, pueden ser tomados como guía para otros centros que necesiten este tipo de análisis, así como para el diseño futuro de nuevos centros de concentración masiva. En el liceo Luis Dobles Segreda, se puede continuar aplicando los planes de emergencias, manteniendo en buenas condiciones los accesos a discapacitados y dando mantenimiento a los equipos para riesgo de incendio de manera económica y sencilla.

# 1. Fundamentos de los Incendios

## *1. 1 Definición de fuego*

El fuego es una reacción química llamada comúnmente de combustión, que se caracteriza por la emisión de calor acompañada de humo, llamas o de ambos.

El fuego es una reacción química exotérmica (que expelle calor), la cual por lo tanto, genera luz y calor, en la que se combinan agentes reductores (combustibles) y un agente oxidante (oxígeno). Para que dicha reacción se lleve a cabo, se requiere de una fuente de calor y cantidades adecuadas de los agentes antes mencionados.

En la mayoría de los casos, la reacción de combustión se lleva a cabo gracias al oxígeno del aire, al reaccionar este con un material inflamable, tal como los llamados compuestos orgánicos.

El proceso de combustión transcurre esencialmente en fase de vapor. Los sólidos se someten primero a un proceso de descomposición de su estructura molecular, a elevada temperatura, hasta llegar a la formación de gases que pueden ser oxidados.

Los líquidos primero se vaporizan, luego se mezclan con el comburente y se someten a la acción de la llama para iniciar la reacción.

### **1. 1. 1 Triangulo y tetraedro del fuego**

El fuego no puede existir sin la conjunción simultánea del Combustible (material que arde), comburente (oxígeno del aire) y de la energía de activación (calor, chispas mecánicas, soldaduras, fallos eléctricos, etc.).

La combustión no es posible si falta alguno de estos elementos. A cada uno de estos elementos se los representa como lados de un triángulo, llamado triangulo del fuego, que es la representación de una combustión sin llama o incandescente.

El otro factor, "reacción en cadena", interviene de manera decisiva en la reacción. Si se interrumpe la transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible, no será posible la continuación de la reacción, por lo que se amplía el concepto de triángulo del fuego a otro similar con cuatro factores obtendremos el tetraedro del fuego, que representa una combustión con llama.

#### **1. 1. 1. 1 Combustible**

Este puede ser cualquier material inflamable, ya sea sólido, líquido o gas. La mayoría de los sólidos y líquidos se convierten en vapores o gases antes de entrar en combustión.

#### **1. 1. 1. 2 Oxígeno**

El aire que respiramos está compuesto de 21% de oxígeno. El fuego requiere una atmósfera de por lo menos 16% de oxígeno.

El oxígeno actúa como carburante, es decir activa la combustión.

#### **1. 1. 1. 3 El Calor**

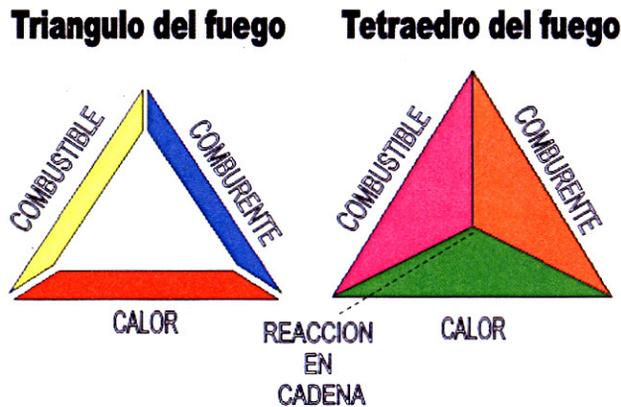
Es la energía requerida para elevar la temperatura del combustible hasta el punto en que se despiden suficientes vapores que permiten que ocurra la ignición.

El calor necesario para iniciar un Fuego, generalmente viene de una fuente externa que vaporiza el material combustible y sube la temperatura de los gases hasta su punto de inflamación. Después, el mismo calor que desprende el combustible que va ardiendo, basta para vaporizar e inflamar más combustible.

### 1. 1. 1. 4 Reacción Química

Una reacción en cadena puede ocurrir cuando los otros tres elementos están presentes en las condiciones y proporciones apropiadas. El fuego ocurre cuando se lleva a cabo esta rápida oxidación o incendio.

A continuación se muestra una figura que ilustra los conceptos de triángulo y tetraedro de fuego respectivamente.



**Figura 5.** Triángulo y tetraedro del fuego

### 1. 1. 2 Tipos de combustión

Las reacciones de combustión, se pueden clasificar según la velocidad en la que se desarrollan de la siguiente manera:

#### 1. 1. 2. 1 Combustiones lentas

Se producen sin emisión de luz y con poca emisión de calor. Se dan en lugares con escasez de aire, combustibles muy compactos o cuando la generación de humos modifica de manera sustancial la atmósfera, como ocurre en sótanos y habitaciones cerradas. Son muy peligrosas, ya que en el caso de que entre aire fresco puede generarse una súbita aceleración del incendio, e incluso una explosión.

## **1. 1. 2. 2 Combustiones rápidas**

Son las que se producen con fuerte emisión de luz y calor, con llamas.

Cuando las combustiones son muy rápidas, o instantáneas, la reacción se denomina explosión. Las atmósferas de polvo combustible en suspensión, tales como los gases inflamables son potencialmente explosivos.

Cuando la velocidad de propagación del frente en llamas es menor que la velocidad del sonido (340 m/s), a la reacción se le llama deflagración.

Cuando la velocidad de propagación del frente de llamas es mayor que la velocidad del sonido, a la explosión se le llama detonación.

## **1. 1. 3 Resultados de la combustión**

### **1. 1. 3. 1 Humo**

El humo es un subproducto de una combustión incompleta, en la que pequeñas partículas en suspensión se hacen visibles, pudiendo impedir el paso de la luz. Es irritante, provoca lagrimeo, tos, estornudos, etc., y además daña el aparato respiratorio.

### **1. 1. 3. 2 Llama**

La llama es un gas incandescente. Las llamas se pueden observar en presencia de combustibles líquidos y gaseosos. Los combustibles sólidos presentarán llamas cuando se produzcan, por descomposición, suficientes compuestos volátiles, como sucede con las hullas grasas, las maderas, etc. El coque arde prácticamente sin llama, debido a la total ausencia de compuestos volátiles.

### **1. 1. 3. 3 Calor**

El calor es producto de la reacción de combustión, ya que la misma, libera una gran cantidad de energía que se manifiesta como calor.

### **1. 1. 3. 4 Gases**

Los gases son el producto resultante de la combustión. Pueden ser tóxicos, constituyendo uno de los factores más peligrosos de un incendio. El monóxido de carbono (CO) es un gas indetectable, que se produce en combustiones incompletas. Su inhalación puede ser mortal. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el gas típico de la combustión. No es venenoso, aunque desplaza el oxígeno del aire pudiendo producir la muerte por asfixia. Se utiliza para extinguir incendios en espacios cerrados o semicerrados, debido a su capacidad de desplazar el oxígeno.

## ***1. 2 Tipos de incendio***

Un incendio es una ocurrencia de fuego no controlada que puede abrasar algo que no está destinado a quemarse o arder. Los incendios se pueden clasificar según el tipo de fuego que los produce. El tipo de fuego es un dato importante a la hora de hacer frente a un incendio, ya que a partir del mismo, se podrá determinar el tratamiento específico, para así controlar y erradicar el fuego de manera segura y eficiente.

### **1. 2. 1 Clasificación de los fuegos**

#### **1. 2. 1. 1 Clase "A"**

Son los fuegos producidos por materiales orgánicos sólidos, en los que se retiene oxígeno, por lo que pueden formarse, brasas, por ejemplo, la madera, el carbón y el papel. Este tipo de fuego se puede identificar universalmente con el símbolo de un triángulo verde. Los extintores apropiados para este tipo de fuego son aquellos que contengan agua presurizada, espuma o químico seco ABC. También se puede bajar la temperatura hasta interrumpir la reacción, eliminando el oxígeno o utilizando niebla de agua.



**Figura 6.** Símbolo internacional fuego clase A

### **1. 2. 1. 2 Clase "B"**

Son los fuegos que involucran a combustibles líquidos y sólidos fácilmente fundibles, por ejemplo, el etanol, el aceite, la gasolina, parafina y la cera de parafina. Se caracterizan por arder únicamente en su superficie, ya que solo dicha parte se encuentra en contacto con el oxígeno. Dichos incendios se controlan con extintores que contienen espuma, dióxido de Carbono, los de uso múltiple de químico secos ABC-BC y de halón, aunque en la actualidad se encuentra prohibido por el daño que causa en la capa de ozono.



**Figura 7.** Símbolo internacional fuego clase B

### **1. 2. 1. 3 Clase "C"**

Son los fuegos que involucran a los equipos eléctricos energizados, tales como los electrodomésticos, los interruptores, cajas de fusibles y las herramientas eléctricas. Este tipo de fuego se extingue con gas carbónico o dióxido de carbono, el químico seco ABC-BC común, los extintores de fuego de halón y de químico seco de uso múltiple. Es posible también, cortar el suministro eléctrico y tratarlo como fuego tipo A o B.



**Figura 8.** Símbolo internacional fuego clase C

#### **1. 2. 1. 4 Clase "D"**

Se originan con ciertos metales combustibles, tales como el magnesio, el titanio, el potasio y el sodio. Estos metales arden a altas temperaturas y exhalan suficiente oxígeno como para mantener la combustión, pueden reaccionar violentamente con el agua u otros químicos, y deben ser manejados con cautela. Se debe tener especial cuidado con este tipo de fuego, utilizando polvo químico especial. Estearato de magnesio y arcilla, polvo fino de grafito granular compuesto de fósforo.



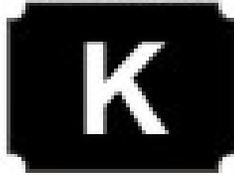
**Figura 9.** Símbolo internacional fuego clase D

#### **1. 2. 1. 5 Clase "K"**

Son los tipos de incendio que se producen en aceites vegetales, los cuales no entran en la clasificación clase B.

A este tipo de incendio no debe arrojarsele agua ya que se produce una reacción química que puede originar explosiones. Este tipo particular de fuego se extingue con una solución acuosa de acetato de potasio.

A continuación se muestra una figura con la simbología universal para cada tipo de fuego, la cual, debe de indicarse en el dispositivo de control de fuego que se utilice, para así, evitar una catástrofe mayor al no utilizar el tipo de extintor apropiado.



**Figura 10.** Símbolo internacional fuego clase K

## ***1. 3 Causas y mitigación de incendios***

### **1. 3. 1 Fuentes de Calor**

#### **1. 3. 1. 1 Flamas Abiertas**

Las flamas abiertas, como por ejemplo, los sopletes, fogatas, hogueras entre otros deben mantenerse alejados de depósitos de productos flamables.

Este tipo de incendios, en su gran mayoría pueden ser evitados mediante una adecuada previsión.

#### **1. 3. 1. 2 Cigarros, Cerillos y el Fumar**

Se deben definir adecuadamente las áreas donde se puede fumar, ya que el fumar en zonas donde exista alta peligrosidad de inicio de incendio puede llevar a una tragedia de este tipo.

#### **1. 3. 1. 3 Instalaciones Eléctricas y Aparatos Eléctricos**

Existen dos tipos de instalaciones eléctricas: provisionales y fijas

##### 1. 3. 1. 3. 1 Instalaciones Eléctricas Provisionales

Son aquellas que se utilizan por un periodo corto de tiempo, por lo general en la etapa de construcción de un inmueble, por lo que normalmente, no se les presta mucho cuidado, ya

que su corta vida útil no demanda alta calidad ni durabilidad. Sumado a esto, en la actualidad, no existen normas estandarizadas para la construcción de dichas instalaciones.

#### 1. 3. 1. 3. 2 Instalaciones Fijas

Son las instalaciones que se utilizarán como definitivas en el inmueble, las cuales, deben de estar debidamente entubadas y con los estándares de calidad respectivos, especialmente en zonas que requieran especial cuidado por cercanía a tuberías de gas inflamable o agua potable.

#### **1. 3. 1. 4 Tipos de Chispas**

Existen dos tipos de chispas diferentes: Eléctricas y Mecánicas

##### 1. 3. 1. 4. 1 Chispas Eléctricas

Son las que se producen por pequeños cortos eléctricos, tales como los producidos por interruptores, enchufes, apagadores de luz, entre otros. Para evitar el riesgo de incendio, las líneas, las conexiones y los interruptores deben ser herméticos para que las chispas que puedan producirse no entren en contacto con el medio.

##### 1. 3. 1. 4. 2 Chispas Mecánicas

Son las que se producen por fricción entre piezas sin lubricación, generalmente metálicas tales como esmeriles, cinceles o engranajes en mal estado.

#### **1. 3. 1. 5 Líquidos Inflamables**

Los líquidos inflamables por si mismo no arden, es mas bien el vapor de estos líquidos el que puede causar un incendio. Donde existan vapores de líquido inflamable, habrá un riesgo considerable de explosión e incendio, por lo que debe de manejarse con extremo cuidado.

### **1. 3. 1. 6 El Calor Espontáneo**

Es una fuente de calor poco común, sin embargo, al entrar en contacto con una chispa puede ocasionar un incendio.

### **1. 3. 2 Como evitar que comience el Fuego**

La extinción del fuego está basada en la interrupción de uno o más factores de los elementos esenciales del proceso de combustión. La combustión con llama puede ser extinguida reduciendo la temperatura, eliminando el combustible, oxígeno, o deteniendo la reacción química en cadena.

#### **1. 3. 2. 1 Eliminación del Combustible**

En algunos casos, un incendio puede ser extinguido eficientemente con la remoción de la fuente de combustible. Esto se puede lograr deteniendo el flujo de un combustible líquido o gaseoso, o removiendo el combustible sólido del área del gaseoso del incendio. Otro método de remoción del combustible es el permitir que el incendio continúe hasta que el combustible sea consumido.

#### **1. 3. 2. 2 Eliminación del oxígeno**

El método de extinción por dilución del oxígeno es la reducción de la concentración de oxígeno dentro del área de incendio. Esto se puede lograr se introduciendo un gas inerte dentro del incendio o separando el oxígeno del combustible.

Este método de extinción no será efectivo en materiales auto-oxidantes o en ciertos metales que sean oxidados por efectos del dióxido de carbono o nitrógeno, dos de los más comunes agentes extintores.

### **1. 3. 2. 3 Eliminación del Calor y las Fuentes de Ignición**

Uno de los métodos más comunes de extinción es por enfriamiento con agua. El proceso de extinción por enfriamiento depende del enfriamiento del combustible hasta el punto donde no se produzcan vapores suficientes que se puedan encender. Si observamos los tipos de combustibles, encontraremos que los combustibles sólidos y líquidos, y gases inflamables con un bajo punto de ignición no pueden ser extinguidos por enfriamiento con agua debido a que la producción de vapor no puede ser reducida significativamente. La reducción de temperatura depende de la aplicación de un caudal adecuado, y en forma apropiada para así lograr establecer un balance negativo de calor.

### **1. 3. 2. 4 Extinción por Inhibición Química de la Llama**

Algunos agentes extintores, tales como el polvo químico seco y el halón, interrumpen la producción de llama en la reacción química, resultando en una rápida extinción. Este método de extinción es efectivo sólo en combustibles líquidos y gases ya que ellos no pueden arder en la forma de fuego latente. Si se desea la extinción de materiales en la fase latente, se requiere contar con capacidad adicional para enfriamiento.

## **2. Riesgos Potenciales de Incendio**

### ***2. 1 Clasificación del riesgo de incendio***

El riesgo de ocurrencia de incendio se clasifica como leve, ordinario o extraordinario según la cantidad de material que lo pueda producir, específicamente material clase A (madera, tejidos, goma, papel y algunos tipos de plástico) y clase B (gasolina, aceites, pintura, algunas ceras y plásticos). A mayor cantidad de estos materiales, mayor será el riesgo.

Estructuras de riesgo leve pueden ser oficinas, iglesias, salones de conferencia, centrales telefónicas, entre otros. De riesgo ordinario o moderado podrían ser almacenes, salas de ventas en establecimientos comerciales, salones de exhibición de autos, parqueaderos, parqueos, industrias de manufactura, talleres de aprendizaje y bibliotecas. Por último, estructuras de riesgo extraordinario En esta clasificación pueden incluirse los almacenes con materiales combustibles apilados y zonas donde se realicen procesos tales como pintura, baños por inmersión, revestimiento, incluyendo manipulación de líquidos inflamables, talleres de carpintería, reparación de vehículos, reparación de aeroplanos, etc.

### ***2. 2 Clasificación de edificaciones***

Con el fin de un correcto análisis de las estructuras, se han estandarizado clasificaciones de los inmuebles a nivel tanto nacional como internacional.

#### **2. 2. 1 Clasificación nacional**

El Código de Construcciones del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, es el ente regulador de la clasificación a nivel nacional. En dicho código se dan los lineamientos básicos que deben de cumplir las edificaciones según su uso. A continuación se detalla la clasificación estipulada en el documento.

- Edificios para la habitación unifamiliar
- Edificios para comercio y oficinas
- Instalaciones deportivas y baños públicos
- Industria
- Sitios de reunión pública, los cuales a su vez se clasifican en:
  - Salas de espectáculos
  - Centros sociales
  - Edificios deportivos
  - Templos o locales de culto
  - Hoteles y similares
  - Edificios destinados a la educación
  - Edificios para asistencia hospitalaria y consulta externa

## **2. 2. 2 Clasificación internacional NFPA (National Fire Protection Association)**

Esta clasificación se da de acuerdo a la resistencia al fuego que la estructura presenta.

### **Tipo 1. Resistente**

Se refiere a aquellos que presentan materiales incombustibles, y elementos con una resistencia al fuego de cuatro horas y de acuerdo a la función estructural pueden tener una resistencia de dos horas.

### **Tipo 2. Incombustible**

Son aquellas construcciones constituidas en su totalidad con materiales incombustibles o con cierto grado de limitación a la combustión de una a dos horas dada la protección adecuada.

### **Tipo III. Combustible y protegido exteriormente**

Es conocida como construcción ordinaria y es la más comúnmente utilizada. Los materiales de las paredes exteriores son incombustibles, mientras que los materiales de los demás elementos estructurales pueden ser combustibles, sin embargo la compartimentación de

zonas combustibles es necesaria para permitir obtener el tiempo adicional para llevar a cabo la detección y evaluación de las zonas afectadas.

#### **Tipo IV. No combustible**

Son edificaciones con una resistencia al fuego de dos horas. El proceso de combustión es muy lento por la utilización de elementos de gran sección y teniendo especial cuidado con las uniones y esquinas (puntos críticos).

#### **Tipo V. De estructura de madera**

En esta clasificación se incluyen todos los edificios cuyos elementos estructurales y de cerramiento están constituidos por materiales combustibles.

## ***2. 3 Clasificación de los elementos en la construcción***

### **2. 3. 1 Elementos portantes**

Son los elementos que están en la edificación para soportar cargas adicionales a las de su propio peso y transmitir las hacia la cimentación. Entre las más importantes se encuentran columnas, vigas y muros estructurales o de carga.

### **2. 3. 2 Elementos no portantes**

Son aquellos que pueden tener una función estructural pero no necesariamente transmiten cargas a la cimentación. Los principales elementos no portantes son los muros de cerramiento, losas, cerchas, entre otros.

## ***2. 4 Clasificación de los materiales en la construcción***

A continuación se detallan los principales elementos de construcción utilizados en la actualidad

### **2. 4. 3. 1 Acero**

El acero es un buen conductor del calor, por lo tanto, es de vital importancia el mantenerlo alejado de altas temperaturas durante la ocurrencia de un incendio

El acero, a pesar de ser un material con alto punto de fusión, pierde aproximadamente la mitad de su resistencia al alcanzar los 500 °C, lo cual, lo hace altamente vulnerable en caso de incendios.

Dado que el acero aporta un 80% de la resistencia del concreto estructura, es muy importante mantener alejado el acero del calor producido por el fuego.

### **2. 4. 3. 2 Concreto armado**

El concreto estructural tiene por lo general una buena resistencia, ésta, esta dada por el periodo de tiempo en que su comportamiento es adecuado ante las temperaturas que se observan durante un incendio.

Dadas las características de su composición, el concreto estructural no sufre generalmente colapsos ante un incendio. La mayor parte de las estructuras suelen ser, lo suficientemente seguras como para restablecer sus funciones normales después de haber sufrido la acción del fuego, sin embargo, deben de realizarse los estudios respectivos para determinar dicha condición del inmueble.

A los 1000 °C la grava se disgrega y el cemento se deshidrata. Si se mantiene una temperatura de entre 1000 °C a 1200 °C durante un tiempo aproximado de tres horas, los efectos del fuego sobre el concreto son, con toda seguridad nefastos. El concreto, aunque lentamente, puede corroerse, hasta su total destrucción, incluyendo su armadura.

La resistencia del concreto al fuego, será tanto como su protección del acero de refuerzo por parte del concreto, es decir, a mayor espesor del concreto sobre el refuerzo, mayor será la resistencia del armado como unidad.

### **2. 4. 3. 3 Madera**

Ante un incendio, la madera, como elemento estructural puede de absorber gases y vapores, sin experimentar daños aparentes, si bien transcurrido un tiempo, la madera pierde sus propiedades estructurales, tales como resistencia y forma.

El riesgo específico, lo constituye que la madera transmite el riesgo de corrosión a los materiales circundantes a ella. En incendios en los que se halla presente PVC, se da esta circunstancia por la exposición de la madera a sus vapores.

Por otro lado, la madera se quema y se carboniza, construyendo un elemento activo, es decir la madera puede iniciar y propagar un incendio.

### **2. 4. 3. 4. Gypsum**

Las láminas de yeso son uno de los materiales de construcción más comunes, principalmente como divisoras o paredes livianas y como cielorraso. Consisten en una base de sulfato de calcio hidratado ( $\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2 \text{O}$ ) cubierta a ambos lados por papel.

Este material resiste altas temperaturas y manteniendo íntegro el centro de la lámina de una a cuatro horas dependiendo de la estructura. No obstante pasado este tiempo de resistencia pierde su forma y características.

### **2. 4. 3. 5 Vidrio**

El vidrio no se ve afectado por lo general ante un incendio, dado que ni la presión ni la temperatura son suficiente para alcanzar el modulo de rotura del mismo, sin embargo, en casos de explosiones súbitas, el vidrio puede colapsar, así como por deformación de la estructura que los sostiene. Estos factores dependen en gran medida de el espesor y tipo de vidrio que se utilice.

#### **2. 4. 3. 6 Láminas de JPM**

Están compuestas de mezcla de yeso y fibra de celulosa. Estas retardan la acción del fuego por entre 30 minutos y 90 minutos, de acuerdo a la estructuración de la pares pero pasado su tiempo de resistencia pierde sus características y forma.

### ***2. 5 Sistemas eléctricos***

Los incendios por causas eléctricas son muy comunes. Dado que el cableado eléctrico, se encuentra distribuido por toda la construcción, y que por lo general se encuentra oculto en las paredes, es de difícil detección los riesgos potenciales en le sistema eléctrico. Sumado a esto, los cortos circuitos se pueden dar en cualquier momento por diversas razones, lo cual dificulta aun más la prevención de los mismos.

Los recalentamientos son otros de los posibles detonantes de un incendio, los cuales pueden dar inicio al incendio de manera súbita. Por ultimo, los incendios eléctricos pueden estar asociados a equipo eléctrico ajeno al inmueble, lo cual lo hace aun más difícil de preveer, dada la aleatoriedad de dichos aparatos.

### **3. Medidas de protección contra incendio**

La protección contra incendios una serie de elementos o recursos con los cuales cuenta un edificio para protegerse en caso de un incendio. Estos recursos tienen por fin en primer lugar el de proteger la vida humana, en segundo proteger al máximo la integridad del inmueble.

#### ***3. 1. Resistencia de los materiales ante el fuego***

La resistencia de un edificio a incendio, está ligado directamente a los materiales con que fue construido, por lo tanto, es de gran ayuda el conocer los materiales de que esta hecho un inmueble.

Algunas de las características principales que deben tenerse en cuenta a la hora de determinar la resistencia al fuego de los materiales

Capacidad portante (R): Capacidad del elemento constructivo de resistir su propio peso y sus demandas de carga de manera satisfactoria durante un incendio.

Integridad (E): Capacidad que tiene un elemento constructivo con función separadora de soportar la exposición solamente en una cara, sin que exista transmisión del fuego a la cara no expuesta, debido al paso de llamas o de gases calientes que puedan producir la ignición de la superficie no expuesta o de cualquier material adyacente a esa superficie.

Aislamiento (I): Capacidad del elemento constructivo de soportar la exposición al fuego en un solo lado, sin que se produzca la transmisión del incendio debido a una transferencia de calor significativa desde el lado expuesto al no expuesto.

Los elementos constructivos se clasifican en función de su resistencia al fuego, distinguiéndose los tipos: RF-30, RF-60, RF-90, RF-120, RF-180 Y RF-240, donde RF significa: "resistencia al fuego" y el número indica los minutos de duración de su resistencia.

### ***3. 2 Protección pasiva***

La protección pasiva es aquella capacidad de un inmueble a resistir la existencia de un incendio, o reducir la velocidad de propagación una vez iniciado el mismo, mediante la existencia de barreras que lo confinen a un sector determinado para su fácil control.

La protección pasiva busca principalmente garantizar la estabilidad del edificio, proporcionar barreras al avance del incendio, reducir los efectos perjudiciales del incendio y propiciar la rápida extinción del incendio.

#### **3. 2. 1 Compartimentación o sectorización**

La compartimentación tiene por objetivo el evitar la propagación de un incendio a otros sectores. Debe de ser tomada en cuenta en la etapa de diseño de las instalaciones, sin empobrecer la funcionalidad del inmueble.

La sectorización se puede dividir en dos grupos principales, con el fin de poder estudiar y clasificar más fácilmente. Dichos grupos son la compartimentación vertical y la horizontal.

##### **3. 2. 1. 1 Compartimentación horizontal**

La compartimentación horizontal, se da mediante barreras físicas que impiden o retardan el avance de un incendio, las principales barreras que se pueden encontrar en una edificación son las siguientes:

- Separación por distancia
- Muros o paredes cortafuegos
- Puertas corta fuego
- Diques

### **3. 2. 1. 2 Compartimentación vertical**

La compartimentación vertical, tiene por objetivo el evitar la propagación de un incendio a través de varios niveles en un edificio, además de evitar la movilización de gases calientes como el humo a través de conductos.

Las aberturas verticales típicas, como cajas ascensores, huecos escaleras, ventanas, conductos de aire acondicionado, bajantes de servicios para cables y conductos de aire acondicionado, bajantes de servicios para cables y conducciones, deben de ser tomados en cuenta, ya que a través de los mismos, es que se da la propagación de incendios de manera vertical.

Los elementos de sectorización más comunes se enlistan a continuación:

- Cortafuegos en conducto
- Techos de forjado
- Huecos verticales
- Ventanas

### **3. 2. 2 Elementos de evacuación**

Todos los elementos de evacuación deber comprender las medidas y demás requerimientos para asegurar la seguridad de las personas que los utilicen así como garantizar la movilidad en su empleo de personas con discapacidad.

En Costa Rica es el Cuerpo de Bomberos, mediante disposiciones de la Gerencia del Instituto Nacional de Seguros quien dicta el Manual de normas técnicas complementarias a que se refiere el "Reglamento Técnico General Sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios". Como complemento a este Reglamento sobre seguridad humana y protección contra incendios, el Cuerpo de Bomberos del INS, adopta la totalidad del paquete normativo de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Protection Association, NFPA por sus siglas en inglés), organismo internacional especializado en la materia. Dichas

normas son de acatamiento obligatorio en el diseño de nuevas edificaciones, remodelación de edificios, diseño e instalación de sistemas contra incendios tanto de protección activa como pasiva, inspecciones de seguridad y en la organización de eventos en los cuales se proyecte una concentración superior a las 50 personas.

### **3. 2. 2. 1 Salidas**

#### 3. 2. 2. 1. 1 Salidas ordinarias

Las salidas ordinarias, según la normativa vigente en Costa Rica deben de estar ubicadas de manera tal, que de cualquier punto se encuentre a menos de 30m de distancia una salida dentro del edificio, y a 45m en el exterior desde cualquier punto del edificio. Además, para edificios de más de 100 habitantes en un área igual o menor a 250m<sup>2</sup>, debe de existir al menos dos salidas separadas por al menos tres metros.

#### 3. 2. 2. 1. 2 Salidas de emergencia

Son salidas colocadas en puntos estratégicos de manera que en caso de una emergencia, el inmueble pueda ser desalojado con la mayor prontitud posible. Deben de contar además, con la menor cantidad de obstáculos físicos posibles, tales como gradas, giros, etc. con el fin de facilitar la rápida evacuación sin contratiempos.

#### 3. 2. 2. 1. 3 Separación entre salidas de emergencia y salidas ordinarias

La separación entre la salida de emergencia y una salida ordinaria debe ser igual a la mitad de la diagonal entre los vértices de la superficie mayor del edificio o un tercio de la diagonal entre los vértices de la superficie mayor del edificio si tiene rociadores automáticos diseñados según NFPA 13.

### **3. 2. 2. 2 Pasillos**

Los pasillos deben de tener un ancho no menor a 90cm en caso de contar con asientos o bancas en uno de sus lados, 1.20m en caso de tener asientos en ambos lados del pasillo y 2.40m en caso de ser pasillos de evacuación. Estos últimos deben de mantenerse libres de obstáculos.

### **3. 2. 2. 3 Barandas**

De acuerdo con la normativa vigente en Costa Rica la altura mínima de las barandas deberá ser de 0,90 m, según Reglamento de Construcciones, capítulo VI, artículo VI.7.

### **3. 2. 2. 4 Escaleras**

#### 3. 2. 2. 4. 1 Escaleras principales

En Costa Rica, las escaleras principales en edificios deben de contar con las siguientes características:

- Se deben localizar a par de a pasillos, espacios de circulación o patios con acceso directo.
- Deben de evacuar un radio no mayor a 20 m.
- En caso de tener puertas, estas deben de abrirse hacia afuera.
- Deberán estar constituidas de materiales incombustibles.
- El ancho debe ser de 1, 20 m para los primeros 200 m<sup>2</sup>; 0, 60 m por cada 100 m<sup>2</sup> adicionales. No podrá exceder 2, 40 m.
- Los tramos deben ser rectos.
- Las huellas de los escalones no deberán ser menores de 0, 28 m y las contrahuellas no mayores a 0, 16 m.
- En todos los tramos se debe de colocar barandas a ambos lados (como mínimo 0, 90 m).
- La inclinación debe ser menor al 45°.

- La altura máxima a salvar por tramo de escalera será de 2, 50 m.

#### 3. 2. 2. 4. 2 Escaleras de emergencia

Las escaleras e emergencia deben de cumplir con las siguientes características según la normativa vigente en Costa Rica

- Solo se aplican a edificios de más de cuatro pisos.
- Todos los pisos deben de estar conectados a la escalera de emergencia.
- El material del cual esta construida la escalera de emergencia debe ser incombustible.
- El ancho mínimo debe de ser de 0, 90 m si la carga ocupacional es menor a 50 personas y de 1, 20 m si es de 50 personas o más.
- Los tramos deben ser rectos
- Las huellas de los escalones no deberán ser menores de 0,28 m y las contrahuellas no mayores a 0,18 m.
- La longitud entre descansos no debe superar los nueve metros.
- En escaleras de caracol, el diámetro mínimo debe ser de 3 m exterior y de 0, 50 m interior.
- Toda escalera de emergencia debe contar con barandas de protección a una altura mínima de 1, 30 m.
- Las escaleras de emergencia pueden ser exteriores.
- En caso de existir puertas de acceso, las mismas deben de abrir hacia fuera y con cerrojos tipo barandas anti-pánico.
- Las puertas de acceso a las escaleras de emergencia deben estar siempre libres de todo obstáculo.
- El acceso a las escaleras de emergencia debe estar debidamente señalizado por letreros permanentes y señales bien visibles.
- En caso de la existencia de rampas, su declive no podrá ser mayor a 1/10 y deberán construirse con material anti-derrapante.
- Las escaleras de emergencia deben tener un encierro de material incombustible para impedir que ele fuego eventual de cualquier piso suba por el cubo mismo de la escalera.

### 3. 2. 2. 4. 3 Separación entre escaleras de emergencia y escaleras principales

La separación entre una escalera de emergencia y una escalera de uso convencional debe ser igual a la mitad de la diagonal entre los vértices de la superficie mayor del edificio o un tercio de la diagonal entre los vértices de la superficie mayor del edificio si tiene rociadores automáticos diseñados según NFPA 13.

### **3. 2. 2. 5 Accesos**

Todo acceso vehicular a un edificio residencial o educacional deberá contar con las siguientes dimensiones:

- Ancho libre: 5,00 m.
- Altura libre: 5,00 m.
- Radio de giro: 13,00 m.

### ***3. 3 Protección activa***

La protección activa contra incendio es aquella que es capaz de detectar, alarmar y en algunos casos extinguir el fuego, mediante una acción o conjunto de acciones tanto automática como manual.

Los equipos se pueden dividir en tres clases principales que son equipos de detección, tales como detectores automáticos de humo o calor y timbres manuales, equipos de alarma y señalización, como alarmas y letreros de color fluorescente indicadores de salidas de emergencia y equipos de extinción de incendio, tales como extintores, rociadores automáticos e hidrantes.

### **3. 3. 1 Sistemas de detección**

Son sistemas creados para detectar el fuego mediante la identificación de alguno de los subproductos del mismo, tales como gases, humos, temperaturas o radiación UV, visible o infrarroja.

En general, la capacidad de detección de estos sistemas es superior a la humana, ya que gracias a que con estos sistemas se puede vigilar de manera permanente zonas de difícil acceso humano, que requiere de presencia física en el momento determinado del inicio del incendio.

En casos de edificios grandes o de empresas con recursos económicos abundantes, se cuenta con una central, la cual está supervisada por un vigilante en un puesto de control, aunque puede programarse para actuar automáticamente en casos de ausencia del vigilante (plan de alarma programable).

Las componentes principales de una instalación automática de detección son detectores automáticos, pulsadores manuales, central de señalización y mando a distancia, líneas y aparatos auxiliares (alarma general, teléfono directo a bomberos, accionamiento sistemas extinción, etc.)

Según el fenómeno que detectan se denominan detector de gases de combustión iónico (humos visibles o invisibles), detector óptico de humos (humos visibles), detector de temperatura: fija o máxima temperatura, termo velocimétrico (que miden la velocidad de aumento de la temperatura, su sensibilidad normalmente se regula a unos 10 °C/min.) y detector de radiaciones (ultravioleta e infrarroja llama).

### **3. 3. 2 Sistemas de alarma**

Los sistemas de alarma pueden ser tanto manuales como automáticos. Los sistemas manuales de alarma de incendio están constituidos por un conjunto de pulsadores que

permiten provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y al inmueble en general para alertar a la población.

Las fuentes de alimentación del sistema manual de pulsadores de alarma, deben de estar conectados a una fuente alternativa de energía eléctrica, para evitar la falta de activación de la misma en caso de falla eléctrica. Por lo general se conectan al sistema principal de electricidad y a un generador secundario que se activa en caso de falla eléctrica.

La distancia a pulsadores desde cualquier punto de la edificación no deberá ser mayor a los 25 metros.

Los sistemas automáticos se encuentran conectados a los sistemas de detección y se activan al detectarse una señal de fuego. Ésta, da aviso al puesto de control y da alarma a la población mediante una alarma sonora en caso de contar con un puesto automatizado de control.

Las instalaciones específicas de alarma de incendio recomendadas y de mayor profusión son los pulsadores de alarma, instalaciones de alerta y megafonía, aunque en algunas ocasiones se hace uso de altavoces.

Por un lado los pulsadores transmiten la alarma desde cualquiera de ellos hasta un puesto de control, mientras que las instalaciones de alerta y megafonía alertan, desde un punto de control, a las personas que deben emprender alguna acción para limitar las consecuencias del incendio. Como se menciono anteriormente, los pulsadores y las instalaciones de alerta funcionan de manera conjunta y automatizada.

### **3. 3. 3 Señalización**

La señalización consiste en dispositivos que, a través de la combinación de una forma geométrica, un color, un símbolo o un sonido, proporcionan alguna información relacionada con la seguridad. En el caso de incendios, la señalización provee de información importante al

usuario, tal como delimitación de zonas de seguridad, alertar en caso de emergencia, ubicación de equipo contra incendio y vías de escape entre otros.

La señalización de emergencia debe colocarse a lo largo de la ruta de evacuación, pasillos, accesos a salidas de emergencia, escaleras, descarga de escaleras, etc. Las señales deben de contar con un tamaño adecuado a las normas vigentes y ser de preferencia iluminadas electrónicamente mediante un circuito de emergencia.

Los colores pueden formar parte de la señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos. Estos colores son el rojo se emplea en señales de prohibición, peligro-alarma, material y equipos de lucha contra incendios, el amarillo o amarillo anaranjado indica señal de advertencia, atención y precaución, el azul indica obligación y el verde significa señal de salvamento o de auxilio y situación de seguridad.

La forma geométrica de las señales también tiene un significado específico, el círculo prohibición o limitación, el triángulo peligro o advertencia y el cuadrado o rectángulo equipos contra incendios, aunque por falta de conocimiento de la población en general, no es recomendado el uso de las figuras por si mismas, sino con una leyenda explicativa.

Señales de relativas a los equipos de lucha contra incendios: Su forma es rectangular o cuadrada, con un pictograma blanco sobre fondo rojo, donde el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.



Extintor



Teléfono para la lucha  
contra incendios



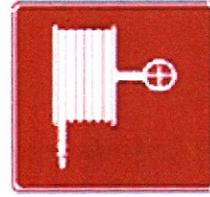
Extintor portable



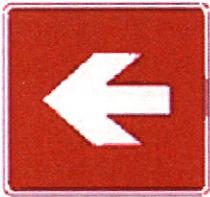
Escalera de mano



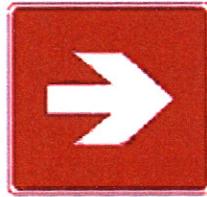
Timbre de emergencia



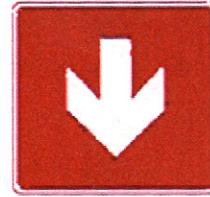
Manguera para  
incendios



Dirección que debe  
seguirse



Dirección que debe  
seguirse



Dirección que debe  
seguirse

**Figura 11.** Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios (forma rectangular o cuadrada, pictograma blanco sobre fondo rojo).

**Fuente:** <http://fete.ugt.org>

### 3. 3. 4 Extinción (sistemas fijos para el combate de incendios)

Los sistemas de extinción de incendios disponibles en la actualidad son básicamente tres tipos, rociadores automáticos, hidrantes y extintores portátiles. Aunque existen otros sistemas disponibles como los sistemas de columna seca y las bocas de incendio, se detallaran solo las mencionadas al inicio.

### **3. 3. 4. 1 Rociadores automáticos**

Los rociadores automáticos son sistemas de detección, alarma y extinción de incendios. Consta de una serie de tuberías de agua en la parte alta de cada piso de la edificación, la cual se conecta a una fuente primaria de agua, y consta de una serie de aspersores que se activan tras la aplicación de calor. Cada aspersor deja caer agua en forma de ducha que cubre entre 9 y 12 m<sup>2</sup>.

Para que una zona se encuentre protegida por una instalación de rociadores, deberá quedar constituida como sector de incendio, con una resistencia al fuego de sus elementos constructivos de 90 minutos como mínimo.

Los rociadores automáticos de agua son aconsejables en los locales con archivos de documentos, banco de datos, almacenes de material de oficina en los que se prevea la existencia de un volumen de materias combustibles mayor a 100 m<sup>3</sup>., locales de imprenta o de reprografía, almacenes de mobiliario y talleres de mantenimiento en los que se prevea la manipulación de productos combustibles, cuyo volumen sea mayor de 500 m<sup>3</sup>.

Según la normativa vigente en Costa Rica y los requerimientos técnicos del Cuerpo de Bomberos del INS, es necesaria la instalación de rociadores en edificios cuando el edificio tiene una altura menor o igual a 22 m medidos desde el nivel más bajo de acera hasta el nivel de piso terminado del último piso habitable y la ubicación de la unidad de rescate pueda darse a 15 m o menos de las fachadas del edificio o cuando el área de construcción sea igual o mayor a 2500 m<sup>2</sup> y se requieran menos de 60 m de manguera desde cualquier acceso hasta el punto más alejado de éste. Cuando un edificio cumple con al menos una de estas características, se debe de usar rociadores automáticos o sistema fijo manual clase II, con un caudal de diseño de 757 l/min. (200 galones por minuto) una presión residual de 37, 2 N/cm<sup>2</sup> (65 libras por pulgada cuadrada). Si se sobrepasan cualquiera de las dos restricciones antes mencionadas, se debe de usar un sistema clase III, con un caudal de diseño de 1 892, 71 l-min. (500 galones por minuto) y una presión residual de de 69N/cm<sup>2</sup> (100 libras por pulgada cuadrada).

### 3. 3. 4. 2 Hidrantes

Los hidrantes son llaves de salida que, se encuentran acoplados a las redes de agua potable y que proveen al cuerpo de bomberos, de una fuente de agua para mitigar incendios, mediante conexiones con mangueras especialmente diseñadas para acoplar con dichas tomas. De esta forma, se dispone de un flujo de agua abundante para combatir un incendio. Los hidrantes se encuentran distribuidos en las ciudades de manera tal que en caso de incendio, halla un hidrante cerca que permita el rápido acople de las mangueras de bomberos a dichas tomas. A continuación se muestra una imagen ilustrativa de un hidrante.



**Figura 12.** Triangulo y tetraedro del fuego

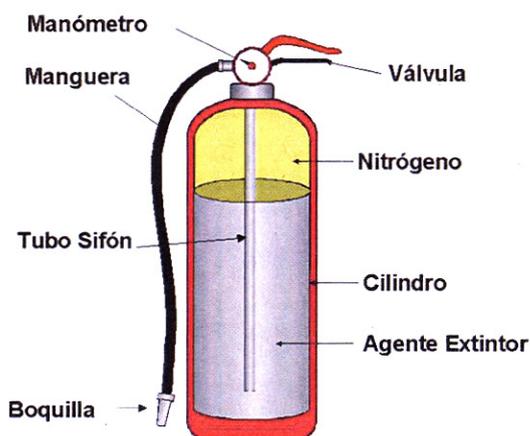
**Fuente:** [www.ecblogger.com](http://www.ecblogger.com)

### 3. 3. 4. 3 Extintores portátiles

El extintor portátil es un instrumento de combate contra el fuego en su etapa inicial, ya que el mismo, se propaga con velocidad hasta el punto de requerir de asistencia profesional por parte del cuerpo de bomberos para apagarlo. Es un aparato portátil, de uso sencillo y que no requiere instrucción especial para ser operado.

El extintor es impulsado por un gas a presión, que generalmente es dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), nitrógeno o aire.

Los extintores portátiles tienen un peso igual o inferior a los 20kg para su fácil movilización. Usualmente los extintores están compuestos de las siguientes partes:



**Figura 13.** Triangulo y tetraedro del fuego

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

#### 3. 3. 4. 3. 1 Información que deben tener los extintores portátiles

Los extintores portátiles deben de contar con información que dé al usuario detalles importantes. La rotulación debe de estar colocada en un costado del cilindro, y debe tener los siguientes datos: tipo de agente extintor, clase de fuego para el que está indicado su uso, potencial de efectividad, instrucciones y restricciones de su uso, país dónde fue elaborado, nombre de la empresa distribuidora, capacidad del agente extintor, en Kg., naturaleza y cantidad de gas impulsor, o la presión interna a 25 °C, temperaturas límites de conservación y eficiencia y certificación de conformidad con la norma vigente.

#### 3. 3. 4. 3. 2 Eficacia de extintores portátiles ante distintas clases de fuego

Los extintores se dividen en varios tipos según la sustancia extintora que contienen, dichas sustancias pueden o no tener eficacia en la extinción del fuego según sea esta su clasificación, por lo que no todos los extintores son eficaces contra un fuego determinado.

Como se detalló en el Capítulo 1, los fuegos según su origen se clasifican en tipo A, B, C, D y K. en el siguiente cuadro se muestra la eficacia de los principales tipos de extintor en el mercado frente a los tipos de fuego antes explicados.

**Cuadro 1.** Eficacia de extintores en distintos tipos de fuego

		Clases de fuegos					
		A	B	C	D	K	
<b>Extintores a base de</b>	Agua	A chorro	SI	NO	NO	NO	NO
		Pulverizada	SI	SI	NO	NO	NO
	Espuma		SI	SI	NO	NO	NO
	CO2		SI	SI	NO	NO	NO
	Polvos químicos	Normal	NO	SI	SI	NO	NO
		Polivalente	SI	SI	SI	NO	NO
		Especial	Fuegos metálicos				
	Hidrocarburos halogenados		NO	NO	NO	NO	NO

**Fuente:** <http://www.sercointltda.cl>

Como se puede observar, los extintores que mas tipos de fuego pueden extinguir, son los de polvo químico polivalente, por lo que son los más indicados para un inmueble de condiciones de uso normales y no especializadas (como plantas procesadoras de químicos, industrias metalúrgicas entre otros).

También se observa que no existe un extintor portátil de fuegos tipo D y K, por lo que en presencia de los materiales originadores de este tipo de fuego, se debe de contar con las precauciones necesarias para minimizar el riesgo.

### ***3. 4 Medidas de protección contra incendios en el Liceo Luis Dobles Segreda***

Las medidas de protección tanto activas como pasivas en el Liceo se han sectorizado por edificios para una apropiada comprensión, además de poder detectar problemas o deficiencias en estas medidas de manera focalizada, para su eventual corrección.

#### **3. 4. 1 Materiales del Liceo Luis Dobles Segreda**

Los materiales que componen una estructura, así como el estado en que se encuentran los mismos, son determinantes en lo que a la vulnerabilidad de incendio se refiere, ya que estos, son los encargados de propagar o limitar la propagación del fuego.

De igual manera, la ubicación física de los materiales en una edificación, puede aumentar o disminuir el impacto de las características de dicho material en presencia de fuego.

A continuación se presenta un cuadro, en el cual se detalla de manera esquemática los distintos materiales de los que esta construido el Liceo Luis Dobles Segreda, y donde se encuentran, así como algunas características de los diferentes edificios del Liceo.

**Cuadro 2.** Materiales de los edificios del Liceo Luis Dobles Segreda

Material							
Edificio	Pabellón 1 y 2	Edificio Administrativo	Este Gimnasio	Gimnasio	Oeste Gimnasio	Comedor	Soda
Uso	Aulas	Oficinas	Aulas	Recreación	Aulas	Aulas	Recreación
Pisos	Cerámica	Terrazo	Cerámica	Concreto	Cerámica	Cerámica	Concreto
Paredes	Concreto y ladrillo	Concreto	Concreto	Concreto y malla ciclon	Concreto	Concreto	/
Paredes livianas	/	Plywood con armadura de madera	Plywood con armadura de madera	/	Plywood con armadura de madera	/	
Cubierta techo		Lamina de acero galvanizado	Lamina de acero galvanizado	Lamina de acero galvanizado	Lamina de acero galvanizado	Lamina de acero galvanizado	Lamina de acero galvanizado
Cielorraso	Loza de concreto y Gypsum	Gypsum con armadura de madera	Gypsum con armadura de madera	/	Gypsum con armadura de madera	Gypsum con armadura de madera	/
Puertas	Metal	<i>Acero y madera</i>	Madera	Rejas	Madera		/
Marcos puertas	Metal	<i>Acero y madera</i>	Madera	Metal	Madera		/
Ventanas	Vidrio	Vidrio	Vidrio	No	Vidrio	Vidrio	/
Marcos ventanas	Madera	Madera	Madera	No	Madera	Madera	/
Reja metálica ventana	Si	Si	Si	No	Si	No	No

## **3. 4. 2 Protección pasiva en el Liceo**

### **3. 4. 2. 1 Compartimentación o sectorización**

#### 3. 4. 2. 1. 1 Horizontal.

Los pabellones de aulas 1 y 2 en el Liceo, cuentan con una separación por distancia superior a los 10m, tanto entre ellos como con otros edificios, además, el edificio administrativo y el comedor, cuentan con una separación mayor a 5m de otros edificios. Los edificios este y oeste del gimnasio, no cuentan con separación por distancia, ya que los mismos, colindan con el gimnasio.

Por otro lado, ningún edificio cuenta con paredes o puertas contra fuego, por lo que la compartimentación horizontal es pobre.

#### 3. 4. 2. 1. 2 Vertical

Únicamente aplican los pabellones de aulas 1 y 2, ya que son los únicos edificios de más de un piso, y por ende, los únicos que requieren este tipo de compartimentación. Los edificios cuentan con ventanas de marco de madera, lo que favorece la propagación del fuego por medio de corrientes de humo ascendentes. Las escaleras, son el único tipo de hueco vertical existente, y están hechas de concreto con rejas de acero, por lo cual se consideran incombustibles y apropiadas para impedir la propagación del fuego. Por último, el entrepiso está conformado por una loza de concreto, la cual, no permite la transmisión del fuego a niveles superiores.

### **3. 4. 2. 2 Salidas**

En el Liceo Luis Dobles Segreda, los edificios de aulas se componen de un pabellón de aulas, junto a un pasillo contiguo a un área abierta, por lo cual, los edificios no cuentan con una salida específica, sino que desde cada aula, se tiene acceso directo al exterior del edificio.

El segundo piso de los pabellones de aulas 1 y 2, si requieren de una salida específica, a través de las escaleras, sin embargo, desde cualquier punto de la segunda planta de cualquiera de los dos edificios, se debe recorrer una distancia menor a los 30m.

El edificio administrativo cuenta con dos salidas y cumple con el requerimiento de los 30m. Por último, el edificio Oeste del gimnasio, cuenta con una única salida ordinaria, para la cual, se debe de recorrer una distancia mucho mayor a los 30m. El edificio cuenta con dos salidas de emergencia, las cuales, de ser habilitadas, cumplirían con el requerimiento, sin embargo, las mismas permanecen cerradas con candado en tiempo lectivo.

Para realizar una evacuación completa de las inmediaciones del Liceo Luis Dobles Segreda, se cuenta con una única salida ordinaria, y una salida adicional que permanece cerrada en tiempo lectivo, la cual, se encuentra en el costado Este del Liceo y colinda con una calle principal, lo cual la convierte en un peligro potencial para los estudiantes, además, está antecedida por escaleras, las cuales representan un obstáculo considerable al momento de realizar una evacuación de emergencia.

Para salir del Liceo, se requiere recorrer una distancia mayor a los 45m., en ocasiones mayor a los 90m.

### **3. 4. 2. 3 Pasillos**

Todos los pasillos de Liceo cumplen con la normativa de tener un ancho mayor a los 2.40m., sin embargo, uno de los pasillos del edificio administrativo cuenta con un ancho de 1.9m. lo cual, a pesar de no cumplir con el requerimiento, no se considera grave, dada la baja permanencia de personas en el edificio, que por lo general no supera las 20 personas.

### **3. 4. 2. 4 Barandas**

Las escaleras de los pabellones de aulas 1 y 2, cuentan con barandas de concreto a un lado, ya que el otro lado se encuentra una pared sólida, sin embargo, no cuenta con barandas en

dicho lado, lo cual incumple la ley. Las barandas se encuentran a 90cm de altura, al igual que las barandas del segundo piso.

El edificio administrativo y los pasillos exteriores, no cuentan con barandas en las escaleras, lo cual incumple la ley actual.

### **3. 4. 2. 5 Escaleras**

Las escaleras existentes en el Liceo son las de los pabellones de aulas 1 y 2 y las de acceso al edificio administrativo. Ambas están inmediatas a pasillos, cuentan con un radio de evacuación menor a 20m y no se encuentran antecedidas de puertas de acceso, además, están construidas de concreto, con un ancho de 1.5m y 1.75m respectivamente, se encuentran acordes con el área a evacuar, se encuentran construidas de tramos rectos, cuentan con huellas de 28 y 30cm de largo respectivamente y contrahuellas de 17 y 20cm en dicho orden, únicamente las primeras cuentan con baranda de 90cm de altura y la misma se encuentra a un único lado, no cuentan con señalización ni encierro. Los pabellones cuentan con dos escaleras cada uno, y las escaleras se encuentran separadas por 20m de distancia.

Como se puede observar, las escaleras incumplen con una serie de normativas, las cuales, en su mayoría pueden ser modificadas para su óptimo cumplimiento.

### **3. 4. 2. 6 Accesos**

El único acceso vehicular existente, es el del costado norte del Liceo, el cual no cumple con el ancho libre de 3.6m.

### **3. 4. 3 Protección activa en el Liceo**

El Liceo Luis Dobles Segreda no cuenta con ningún tipo de sistema de detección de incendio.

Se cuenta con señalización de zonas de seguridad y rutas de evacuación, sin embargo, en algunos casos, el estado de esta señalización no es adecuado.

Por ultimo, el Liceo no cuenta con sistemas de extinción de incendios en sus instalaciones, sin embargo la compra de este equipo ya fue solicitada con antelación. Se cuenta con hidrantes públicos en las cercanías del Liceo (ver anexo 2).

### **3. 4. 3. 1 Caudal disponible**

El caudal disponible puede provenir de cuatro fuentes distintas: hidrantes, unidades extintoras de bomberos, tanque de almacenamiento de agua del Liceo y el lago de la sabana.

#### 3. 4. 3. 1. 1 Hidrantes

Se cuenta con 4 hidrantes en las cercanías del Liceo Luis Dobles Segreda (ver anexo 2), los caudales para los hidrantes ubicados en calle 40, avenidas 4 y 6, tiene un promedio de 300gpm (18.9 l/s), mientras que los ubicados en calle 42, avenidas 3 y 18, tiene un caudal promedio de 400gpm (25.2 l/s). En la actualidad se cuenta con hidrantes recientemente instalados en las todas las salidas de calles que topan con avenida que va a lo largo del costado sur de la Sabana.

#### 3. 4. 3. 1. 2 Unidades extintoras el cuerpo de bomberos

Los bomberos de Barrio México cuentan con 2 unidades, con una capacidad total de 1000 galones cada una (12.5 m<sup>3</sup> en total) mas 50 galones de espuma especial y cuentan con un sistema de bombeo de 1250gpm. En casos extremos, se puede recibir ayuda de hasta 5 estaciones de bomberos extra si así se requiere. El cuerpo de bomberos de Pavas (segunda estación de bomberos mas cercana, después de la de barrio México) tiene a su disposición una cisterna de 7500 galones de capacidad (28.3m<sup>3</sup>). Además, en caso de ser necesario, pueden acudir 4 estaciones de bomberos extra.

#### 3. 4. 3. 1. 3 Tanque de almacenamiento de agua del Liceo

El Liceo Luis Dobles Segreda cuenta con un tanque de almacenamiento de 16 m<sup>3</sup>, el cual, tiene una tapa de fácil acceso para el cuerpo de bomberos y permite su lapido bombeo. La bomba con que cuenta dicho tanque no debe de ser utilizada para combatir el incendio ya que su capacidad es de uso moderado. Este deposito de agua, puede ser utilizados en caso de incendio por medio de una bomba del cuerpo de bomberos, la cual, tiene una capacidad de bombeo de 1250gpm (78.5l/s).

#### 3. 4. 3. 1. 4 Lago de la sabana

A aproximadamente 150m del liceo, se encuentra el lago de La Sabana, el cual cuenta con una cantidad de agua virtualmente inagotable en caso de incendio, la cual, puede ser bombeada a 1250gpm (78.5l/s) por medio de la bomba del cuerpo de bomberos, la cual tiene capacidad de bombear hasta 600m de distancia. En caso de requerirse una bombear desde una distancia mayor, se pueden interconectar unidades móviles para así re bombear el agua, ya que las pérdidas generadas por el equipo y el acarreo llegan hasta 500gpm menos de lo conseguido en condiciones normales de uso.

#### **3. 4. 3. 2 Demanda de caudal del Liceo Luis Dobles Segreda**

El método de cálculo utilizado por el Cuerpo de Bomberos de Costa Rica resulta sumamente práctico, debido a su simplicidad y rapidez de aplicación. A pesar de esto, es un método confiable, ya que sus resultados son muy similares en comparación con otros métodos conocidos y utilizados, tales como el Royal y Nelson y el de la ANI (Academia Nacional de Incendio), utilizados también por el cuerpo de bomberos de Costa Rica.

Este método, utiliza como único parámetro el área del edificio, por lo que su obtención es bastante sencilla.

Como se ha mencionado con anterioridad, éste método está hecho para la generalidad de los edificios y por tanto, no puede explicar a la perfección todos los casos de edificios existentes, especialmente los menos particulares como plantas químicas, fabricas con hornos de altas

temperaturas entre otros. Al tratarse el Liceo Luis Dobles Segreda de una edificación con características normales (ocupación, uso, materiales constructivos entre otros), se puede hacer uso de este método de manera segura. Según el cuerpo de bomberos de Costa Rica, esta fórmula es muy eficaz en el cálculo de caudal de incendio, y sus resultados son apreciables tan solo 30 segundos después de iniciada la administración de dicho caudal a un inmueble determinado.

La demanda de caudal en caso de incendio (en galones por minuto) se calcula como un tercio del área total del edificio (en metros cuadrados). Dado que los caudales por lo general se expresan función de litros por segundo (l/s), se debe de multiplicar este valor por 0.063 para obtener las unidades deseadas. Cabe resaltar que este método fue concebido para utilizar el área del edificio en pies cuadrados (sistema inglés de unidades), sin embargo, en Costa Rica se usa el área en metros ya que la población en general no está familiarizada con esta unidad de medida, y por ende, no tiene facilidad para aproximar este valor en una situación de emergencia. De esta manera, el utilizar la fórmula con metros en vez de pies, da a la fórmula un factor de seguridad extra.

Como precaución, el cuerpo de bomberos de Costa Rica ha diseñado tablas con valores predeterminados para ser utilizados en caso de emergencia, ya que en una situación de pánico, existe alto riesgo de equivocarse en la estimación de este parámetro por parte del cuerpo de bomberos. Para el Liceo Luis Dobles Segreda tenemos los siguientes requerimientos de caudal en caso de incendio.

**Cuadro 3.** Demanda de caudal en caso de incendio

Edificio	Área (m <sup>2</sup> )	Caudal de incendio	
		(gpm)	(l/s)
Pabellón 1 y 2	604 c/u	402	25.5
Edificio Administrativo	382	127	8
Gimnasio	1665	555	35
Este gimnasio	1013	338	21.3
Oeste gimnasio	1715	572	36.1
Comedor	136	45	2.8
Soda	226	75	4.7
Total	7553	2567	133.5

Ahora la duración de un incendio, se calcula según el caudal requerido en caso de incendio, con el fin de conocer la totalidad del agua requerida para eliminar por completo el incendio.

**Cuadro 4.** Duración en un incendio según su caudal requerido.

Caudal requerido [l/s]	Duración (h)
Menor a 158	2
Entre 189 y 220	3
Entre 221 y 757	4

Siendo 133.5 l/s el valor de caudal de incendio, se le asigna una duración de 2 horas, por lo que el volumen total de metros cúbicos requeridos es de 961m<sup>3</sup> de agua. De los resultados anteriores se puede concluir que el caudal de incendio del Liceo Luis Dobles Segreda puede ser suplido con las fuentes disponibles en el área.

## 4. Análisis cuantitativo del riesgo de incendio

La medición cuantitativa del riesgo de incendio, se llevara a cabo por los métodos de Meseri y Gretener, los cuales, serán aplicados a continuación con el fin de calificar de manera objetiva y estandarizada, el riesgo potencial de incendio en la institución.

### 4. 1 Método de Meseri

El método Meseri, es un método simplificado, que evalúa aspectos tanto de protección pasiva como activa, dándoles un valor numérico acorde con su importancia, que luego es ponderado para obtener un valor final que caracteriza el inmueble.

Los aspectos de protección pasiva son llamados factores propios de la instalación, dentro de los cuales se encuentran factores de construcción, situación, proceso, valor económico de los bienes, destructibilidad y propagabilidad, y los de protección activa son los llamados factores de protección, los cuales se dividen en instalación de protección contra incendios y organización de la misma.

El factor final de riesgo de incendio, se obtiene mediante el cociente entre los factores generadores y los factores reductores del riesgo, multiplicados respectivamente por un escalar determinado.

#### 4. 1. 1 Método de cálculo

Se llama (P) al coeficiente de protección frente al incendio, y se obtiene de la siguiente manera

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + B$$

[Ecuación 1]

Donde:

**X:** suma de los coeficientes correspondientes a los factores propios de las instalaciones

**Y:** suma de los coeficientes correspondientes a los factores de protección.

**B:** es el coeficiente a aplicar en caso de existencia de una brigada interna contra incendio.

De esta manera, se puede obtener un valor P que permita evaluar el riesgo de incendio. En la siguiente tabla se muestran los valores de P para los cuales el riesgo es aceptable.

**Cuadro 5.** Evaluación de los valores del coeficiente P

Aceptabilidad	Valor del coeficiente de protección contra incendio (P)
Riesgo aceptable	$P > 5$
Riesgo no aceptable	$P \leq 5$

## 4. 1. 2 Factores propios de las instalaciones

### 4. 1. 2. 1 Factores de construcción

#### 4. 1. 2. 1. 1 Altura del edificio

La altura de un edificio es la medida de la loza de la planta baja hasta la cubierta de techo, ya sea loza de concreto o laminas de acero galvanizado.

En caso de existir distintas alturas, tal como es el caso de edificios con arquitecturas complejas o bien agregados posteriores, se debe de tomar la altura de la sección mas

alta en caso que la misma represente mas de la cuarta parte del área de construcción. Caso contrario, se utilizará la del resto del edificio.

En el siguiente cuadro se muestran los coeficientes que se deben tomar, tomando en cuenta la altura total del edificio y el número de pisos del mismo.

**Cuadro 6.** Valores del factor de altura del edificio

Coeficientes		Número de pisos			
		1 ó 2	3, 4 ó 5	6, 7, 8, ó 9	10 ó mas
Altura (m.)	< 6	3	2	1	0
	Entre 6 y 12	2	2	1	0
	Entre 15 y 20	1	1	1	0
	Más de 30	0	0	0	0

#### 4. 1. 2. 1. 2 Mayor sector de incendio

El sector de incendio es aquel sector, medido en metros cuadrados, que se encuentra limitado por elementos con resistencia al fuego mayor a 120 minutos. En caso de edificios aislados, se toma el valor de la superficie total, aunque el mismo cuente con divisiones o paredes ligeras cuya resistencia al fuego sea menor.

En el siguiente cuadro se muestran los valores de coeficiente de mayor sector de incendio para el método en cuestión.

**Cuadro 7.** Valores del factor de mayor sector de incendio

Mayor sector de incendio	Coeficiente
Menor de 500 m <sup>2</sup>	5
De 501 a 1.500 m <sup>2</sup>	4
De 1.501 a 2.500 m <sup>2</sup>	3
De 2.501 a 3.500 m <sup>2</sup>	2
De 3.501 a 4.500 m <sup>2</sup>	1
Mayor de 4.500 m <sup>2</sup>	0

4. 1. 2. 1. 3 Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de un edificio, está determinada por los materiales que la constituyen. Para efectos de este método, se han diferenciado tres tipos de estructuras. Las estructuras de concreto son llamadas resistentes al fuego, las estructuras metálicas son llamadas no combustibles y cualquier otro tipo de estructura es llamada combustible. Debe hacerse la aclaración, que el método en cuestión, es, como lo dicte su nombre, un método simplificado, y, que por tanto, no puede explicar con total certeza todas las posibles situaciones existentes en las edificaciones, dado que en la actualidad, existen materiales de construcción que no pueden ser catalogados como combustibles, tales como el Gypsum de alta resistencia al fuego, o distintos tipos de rocas utilizadas con frecuencia en construcción, tales como el mármol entre otros.

Cuando se cuenta con una estructura hecha de varios materiales, la misma se considera mixta, y se debe de utilizar un coeficiente intermedio acorde con las proporciones de los materiales que la conforman.

**Cuadro 8.** Valores del factor de resistencia al fuego

Resistencia al fuego	Coeficiente
Resistente al fuego	10
No combustible	5
Combustible	0

#### 4. 1. 2. 1. 4 Techos falsos

Los techos falsos son comúnmente llamados cielorrasos, y están constituidos principalmente por aislantes o decoración colocados en la parte superior de las estructuras. Por lo general, proveen de un acabado que permite ocultar instalaciones electromecánicas.

**Cuadro 9.** Valores del factor de techos falsos.

Techos Falsos	Coficiente
Sin techos falsos	5
Techos falsos incombustibles	3
Techos falsos combustibles	0

#### **4. 1. 2. 2 Factores de situación**

##### 4. 1. 2. 2. 1 Distancia de los bomberos

Esta basado en el tiempo de respuesta del cuartel de bomberos mas cercano, siendo aproximadamente igual, a la distancia en kilómetros desde el cuartel hasta el inmueble.

A continuación, se muestra un cuadro en el cual, se muestran valores de coeficientes, según el tiempo de respuesta (y por ende, la distancia en kilómetros) del cuartel de bomberos más cercano.

**Cuadro 10.** Valores del factor de distancia a los bomberos.

Tiempo (min.)	Coficiente
5 ó menos	10
De 5 a 10	8
De 10 a 15	6
De 15 a 25	2
Más de 25	0

#### **4. 1. 2. 2. Accesibilidad del edificio**

Se clasificarán de acuerdo con la anchura de la vía de acceso, siempre que cumpla una de las otras dos condiciones de la misma fila o superior. Si no, se rebajará al coeficiente inmediato inferior.

**Cuadro 11.** Valores del accesibilidad al edificio

Ancho vía de acceso (m.)	Fachadas accesibles	Distancia entre puertas (m.)	Calificación	Coeficiente
Mayor a 4	3	< 25	Buena	5
Entre 4 y 2	2	< 25	Media	3
Menor a 2	1	> 25	Mala	1
Inexistente	0	> 25	Muy mala	0

#### **4. 1. 2. 3 Factores de procesos y/o destinos**

##### **4. 1. 2. 3. 1 Peligro de activación**

El riesgo de activación, es un factor que resulta difícil de calcular, dado que no se cuenta con un proceso estandarizado, y que depende en gran medida de quien realice la estimación del coeficiente. Se debe de considerar los factores que pueden influir en el inicio de un incendio. Se debe de tomar en cuenta factores tales como el humano, instalaciones eléctricas, calderas o resistencias y puntos de fuego expuesto, como talleres de soldadura, laboratorios con mecheros, etc.

En el siguiente cuadro se muestran los valores del coeficiente según el peligro de activación. En caso de no encontrarse la edificación entre estos puntos, se puede interpolar el valor que se considere adecuado.

**Cuadro 12.** Valores del peligro de activación.

Peligro de activación	Coeficiente
Bajo	10
Medio	5
Alto	0

#### 4. 1. 2. 3. 2 Carga de fuego

Es la cantidad de madera por unidad de superficie que puede igualar el calor generado por los materiales en el sector de incendio.

Se entenderá como el peso en madera por unidad de superficie ( $\text{kg/m}^2$ ) capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio.

**Cuadro 13.** Valores del factor de carga de fuego.

Carga de fuego Q ( $\text{kg/m}^2$ )	Clasificación	Coeficiente
< 100	Baja	10
Entre 100 y 200	Media	5
> 200	Alta	0

#### 4. 1. 2. 3. 3 Combustibilidad

Es el comportamiento que tienen los materiales en presencia de fuego. Por lo general se requiere del criterio del evaluador, por lo que este parámetro resulta subjetivo y debe de escogerse con discreción. En casos se puede requerir de tablas estadísticas o ensayos que ayuden a estimar dicho coeficiente.

A continuación se muestran valores aproximados según la combustibilidad del inmueble.

**Cuadro 14.** Valores del factor de combustibilidad.

Combustibilidad	Coficiente
Bajo	5
Medio	3
Alto	0

#### 4. 1. 2. 3. 4 Orden y limpieza

Es un criterio de índole subjetivo, para el cual se toman en cuenta aspectos como el apropiado manejo de los desperdicios, adecuado almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas entre otros. A mayor orden y limpieza, mayor será el coeficiente elegido. A continuación se muestra un cuadro que ejemplifica lo anteriormente mencionado.

**Cuadro 15.** Valores del factor de orden y limpieza.

Orden y limpieza	Coficiente
Excelente	10
Regular	5
Deficiente	0

#### 4. 1. 2. 3. 5 Almacenamiento en altura

Para el caso particular de productos almacenados a alturas diferentes a la loza de piso, se ha determinado los coeficientes a utilizar. A continuación se muestran los coeficientes de acuerdo con la altura de almacenamiento.

**Cuadro 16.** Valores del factor de almacenamiento en altura.

Altura de almacenamiento (m.)	Coeficiente
< 2	3
Entre 2 y 4	2
> 6	0

#### **4. 1. 2. 4 Factor de concentración**

Es un coeficiente utilizado para proteger las instalaciones en aquellos sectores en los que la infraestructura posea mayor valor económico. Se expresa en dólares por metro cuadrado. A mayor valor monetario del inmueble, mayor será el coeficiente a escoger.

**Cuadro 17.** Valores del factor de concentración.

Factor de concentración (US\$/ m <sup>2</sup> )	Coeficiente
Menor de 1000	3
Entre 1000 y 2500	2
Mayor de 2500	0

#### **4. 1. 2. 5 Factor de propagabilidad**

Corresponde con la facilidad con que el fuego se dispersa dentro del sector de incendio, se considera tanto de manera vertical como horizontal, y abarca aspectos tales como distribución y almacenamiento de materiales, forma de almacenamiento y distancia entre productos inflamables entre otros.

Por lo general se evalúa la propagabilidad vertical y horizontal por separado, dando un valor de 5 cuando la propagabilidad es buena y cero cuando es mala, para cada una de las mismas. A continuación se muestra un cuadro en el cual, se han considerado distintos casos de posibles combinaciones de propagabilidad vertical y horizontal.

**Cuadro 18.** Valores del factor de propagabilidad vertical y horizontal.

Coeficientes		Propagabilidad vertical		
		Baja	Media	Alta
Propagabilidad horizontal	Baja	10	8	5
	Media	8	6	3
	Alta	5	3	0

#### **4. 1. 2. 6 Destructibilidad**

##### 4. 1. 2. 6. 1 Calor

Se refiere al efecto provocado por el aumento de temperatura en la maquinaria y equipo existente en el sector de incendio. Se considera alta cuando los daños son irreparables, medio cuando el daño es parcial o los elementos dañados son escasos y baja cuando el fuego no afecta ningún elemento.

**Cuadro 19.** Valores del factor de destructibilidad por calor.

Destructibilidad por calor	Coeficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

##### 4. 1. 2. 6. 2 Humo

Al igual que en apartado anterior, se considera destructibilidad alta cuando el humo del fuego causa daños irreparables en la maquinaria o equipo existente, medio cuando los daños son parciales y bajo cuando los daños son mínimos o nulos.

**Cuadro 20.** Valores del factor de destructibilidad por humo.

Destructibilidad por humo	Coeficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

#### 4. 1. 2. 6. 3 Corrosión

La corrosión de equipo y maquinaria, se puede dar por la presencia de gases oxidantes, producto del proceso de combustión, tales como el PVC (cloruro de polivinilo) y materia prima especializada entre otros. Se considera que la destructibilidad por corrosión es alta, si la corrosión provoca daños irreparables en los equipos, media, si se cuenta con poco equipo susceptible a daño por corrosión o si los gases corrosivos son escasos y bajo, si los equipos no son susceptibles a corrosión o bien no existe posibilidad de formación de este tipo de gases.

**Cuadro 21.** Valores del factor de destructibilidad por corrosión.

Destructibilidad por corrosión	Coeficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

#### **4. 1. 2. 6. 4 Agua**

El agua, es por lo general el elemento básico en la extinción de un incendio, y por tanto, debe de ser tomado en cuenta el efecto destructivo de este elemento en cargas muertas del edificio. Se considera alta destructibilidad, cuando el efecto del agua causa daño irreparable en los equipos, medio, si los equipos reciben daño parcial o solo una fracción de los equipos se ven afectados y baja destructibilidad, si la acción del agua no causa efectos nocivos en materiales y equipos.

**Cuadro 22.** Valores del factor de destructibilidad por agua.

Destructibilidad por Agua	Coficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

### 4. 1. 3 Factores de protección

#### 4. 1. 3. 1 Protección de las instalaciones

Los distintos elementos de protección de las instalaciones, poseen un coeficiente asociado, el cual, en caso de no existir debe ser reemplazado por cero. Cada uno de estos elementos, recibe un coeficiente superior, si cuenta con vigilancia continua, ya que la misma, garantiza el buen funcionamiento del elemento en cuestión, y además, garantiza la familiarización del personal de vigilancia con el equipo, lo cual, resulta en un mejor uso y mayor efectividad del mismo.

Dado que el método en cuestión, es un método simplificado, solo toma en cuenta aquellos elementos de protección más comunes. A continuación se muestran dichos elementos y sus coeficientes asociados según cuenten o no con vigilancia.

**Cuadro 23.** Valores del factor de protección a las instalaciones

Factores de protección por instalaciones	Sin vigilancia	Con vigilancia
Extintores manuales	1	2
Bocas de incendio	2	4
Hidrantes exteriores	2	4
Detectores de incendio	0	4
Rociadores automáticos	5	8
Instalaciones fijas	2	4

#### 4. 1. 3. 2 Equipos de intervención contra incendios

Se refiere a equipos de personal especializados para atender situaciones de emergencias por fuego, que cuenten con equipo para combatir el mismo y cuenten con elementos de protección personal adecuados. Los valores del coeficiente a utilizar se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 24.** Valores del factor de brigada interna.

Brigada interna	Coeficiente
Si existe brigada	4
Si existe brigada sin vigilancia	2
No existe brigada	0

#### 4. 1. 3. 3 Plan de emergencia

En caso de existencia del mismo se utilizará el valor del coeficiente como 4 cuando se cuente con vigilancia y 2 cuando no se cuente con vigilancia. Cuando no exista plan de emergencias se utilizará el valor 0.

#### 4. 1. 4 Resultados del método

**Cuadro 25.** Resultados del Método de Meseri en el Liceo Luis Dobles Segreda

Factor	Pabellón 1 y 2	Administración	Este gimnasio	Gimnasio	Oeste gimnasio	Comedor	Soda
Factores generadores o agravantes (X)	107	87	71	121	76	92	91
Factores de construcción	18	13	9	17	9	13	11
Altura del edificio	3	3	3	1	3	3	3
Superficie del mayor sector de incendio	4	5	3	3	3	5	5
Resistencia al fuego de elementos constructivos	8	5	3	10	3	5	3
Falsos techos	3	0	0	3	0	0	0
Factores de situación	13	13	13	13	13	13	13
Distancia de los bomberos	10	10	10	10	10	10	10
Accesibilidad del edificio	3	3	3	3	3	3	3
Factores de proceso	33	22	13	38	18	25	26
Peligro de activación	10	5	3	10	3	5	5
Carga térmica	5	3	4	10	4	4	7
Inflamabilidad de los combustibles	5	3	0	5	0	3	3
Orden, limpieza y mantenimiento	10	8	3	10	8	10	8
Almacenamiento en altura	3	3	3	3	3	3	3
Factores de valor económico de los bienes	3	3	3	3	3	3	3
Concentración de valores	3	3	3	3	3	3	3
Factores de destructibilidad	34	28	25	40	25	28	28
Destructibilidad por calor	5	0	0	10	0	0	0
Destructibilidad por humo	10	10	10	10	10	10	10
Destructibilidad por corrosión	10	10	10	10	10	10	10
Destructibilidad por agua	9	8	5	10	5	8	8
Factores de propagabilidad	6	8	8	10	8	10	10
Propagación vertical	3	5	5	5	5	5	5
Propagación horizontal	3	3	3	5	3	5	5
Factores reductores y protectores (Y)	2	2	2	2	2	2	2
Instalación de protección contra incendios	2	2	2	2	2	2	2
Detección automática	0	0	0	0	0	0	0
Rociadores automáticos	0	0	0	0	0	0	0
Extintores portátiles	0	0	0	0	0	0	0
Bocas de incendio equipadas	0	0	0	0	0	0	0
Hidrantes exteriores	2	2	2	2	2	2	2
Organización de protección contra incendios	0	0	0	0	0	0	0
Equipos de intervención de incendios	0	0	0	0	0	0	0
Planes de emergencia	0	0	0	0	0	0	0
Riesgo de incendio $R = (5/129 * X + 5/32 * Y)$	4,46	3,68	3,06	5	3,26	3,9	3,8
<b>RESULTADO</b>	<b>Riesgo inaceptable</b>						

## 4. 2 Método de Gretener

El método de Gretener tiene por objetivo evaluar el riesgo de incendio, medidas de seguridad y factores de riesgo de mayor importancia.

El método consiste en comparar el riesgo potencial de incendio efectivo (R), con el riesgo de incendio aceptado ( $R_a$ ), mediante la siguiente desigualdad:

$$\frac{R_a}{R} > 1 \quad \text{Ecuación [2]}$$

Para la cual, la seguridad contra incendios se considera aceptable. Al resultado de  $R_a/R$  se le denomina seguridad contra incendio ( $\gamma$ ).

El valor (R) es el resultado del valor del peligro global (B) multiplicado por el peligro de activación (A) que cuantifica la posibilidad de que ocurra un incendio.

$$R = B \cdot A \quad \text{[Ecuación 3]}$$

El valor de B, se obtendrá como el cociente entre el peligro potencial (P) y los factores de protección (M).

$$B = \frac{P}{M} \quad \text{[Ecuación 4]}$$

El valor (P) se obtiene de la expresión:

$$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g \quad \text{[Ecuación 5]}$$

Donde:

q= carga térmica mobiliaria.

c= combustibilidad.

r= formación de humos.

k= peligro de combustión/ toxicidad.

i= carga térmica inmobiliaria.

e= nivel de la planta o altura del establecimiento.

g= proporción del sector del incendio, relación entre largo y ancho.

Por otra parte, los factores de protección (M) se agrupan en tres grandes bloques y responden a la siguiente expresión:

$$M = N \cdot S \cdot F \quad \text{[Ecuación 6]}$$

Donde:

N= medidas normales de protección, tales como extintores portátiles, hidrantes, abastecimiento suficiente de agua, brigadas, etc.

$$N = \sum_{n=1}^5 ni \quad \text{[Ecuación 7]}$$

S= medidas especiales de protección, tales como sistemas de detección y alarmas entre otros.

$$S = \sum_{s=1}^6 si \quad \text{[Ecuación 8]}$$

F= medidas de protección estructural. Analiza los valores de resistencia al fuego de la estructura portante del edificio, de las fachadas, de las separaciones entre plantas, etc.

$$F = \sum_{f=1}^4 fi \quad \text{[Ecuación 9]}$$

Obtenidos los datos anteriores, se determina el valor  $R_a$ , para lo cual, se fija un riesgo normal ( $R_n$ ) y corregido por medio de un factor que considere el mayor o menor peligro para las personas.

$$R_a = R_n \cdot \gamma \quad \text{[Ecuación 10]}$$

El valor del riesgo de incendio normal ( $R_n$ ), es de 1,3, siendo corregido por  $P_{H,E}$ , en función de la exposición al riesgo de las personas, del nivel del piso y del número de personas, del nivel del piso y del número de personas previstas en el sector de incendios.

$$R_n = 1,3 \cdot P_{H,E} \quad \text{[Ecuación 11]}$$

Por ultimo, se calcula el valor  $\gamma$  se verifica si se cuenta con los elementos de protección adecuados.

#### **4. 2. 1 Carga de incendio mobiliaria (q)**

Se llama carga de incendio inmobiliaria a la totalidad de calor desprendido por la combustión de todos los elementos del edificio.

Para obtener dicho valor, se debe de obtener el área de cada nivel del edificio, obtener el valor de Q con la ayuda de las tablas de carga térmica (anexo 1), multiplicar el área de cada planta por el valor de carga térmica y por ultimo, se suman los valores de carga térmica y se dividen por el área mayor.

En el siguiente cuadro se muestra algunos valores de carga de incendio inmobiliaria asociados al valor de carga térmica. Con este cuadro se pueden interpolar los valores a utilizar en el método.

**Cuadro 26.** Valores de carga de incendio inmobiliaria (q) para carga térmica (Qm).

Qm (MJ/m <sup>2</sup> )	q
Hasta 50	0,6
54 -75	0,7
76 – 100	0,8
101 – 150	0,9
150 – 200	1
201 – 300	1,1
300 - 400	1,2
401 – 600	1,3
601 – 800	1,4
801 – 1200	1,5
1201 – 1700	1,6
1701 – 2500	1,7
2501 – 3500	1,8
3501 – 5000	1,9
5001 – 7000	2
7001 – 10 000	2,1
10 0001 – 14 000	2,2
14 001 – 20 000	2,3
20 001 – 28 000	2,4
Más de 28 000	2,5

**Fuente:** Estrada (2010).

#### 4. 2. 2 Combustibilidad (c)

Este factor es una medida de la inflamabilidad y la velocidad de combustión de los elementos internos del inmueble. Todos los posibles materiales son catalogados según su grado de peligro como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 27.** Categorías según el grado de peligro de combustibilidad (c).

Combustibilidad	c
Altamente inflamable	1,6
Fácilmente inflamable	1,9
Inflamable o fácilmente combustible	1,2
Normalmente combustible	1
Difícilmente combustible	1
Incombustible	1

Se debe de utilizar el c mayor que represente al menos el 10% de la carga de incendio del edificio.

#### **4. 2. 3 Peligros de humo (r)**

El factor r representa los materiales que en presencia de fuego, desarrollan humo. En el siguiente cuadro se muestran los valores de r según sea la intensidad del humo que produce el material analizado. Se debe utilizar, igual que en el apartado anterior, el r de aquel material que represente al menos un 10% del conjunto de la carga de incendio  $Q_m$  contenida en el compartimiento considerado.

**Cuadro 28.** Categorías según el peligro de formación de humos (r).

Peligro de humo	r
Normal	1
Medio	1,1
Alto	1,2

#### **4. 2. 4 Peligro por toxicidad o corrosión (k)**

Abarcan aquellos materiales que durante el proceso de corrosión, desprenden humos tóxicos o corrosivos como subproductos. En el siguiente cuadro se muestran los valores de k según sea el peligro del humo generado.

**Cuadro 29.** Categorías según el peligro de corrosión y/o toxicidad (k).

Peligro de humo	k
Normal	1
Medio	1,1
Alto	1,2

Al igual que en los apartados anteriores, El valor de k a utilizar será el mayor, siempre y cuando represente al menos el 10% del conjunto de la carga de incendio  $Q_m$  contenida en el compartimiento considerado.

Para el caso especial en que existan materias de gran peligro de corrosión o toxicidad, y que la  $Q_m$  sea menor al 10%, se debe tomar un valor de k igual a 1,1.

#### 4. 2. 5 Carga de incendio inmobiliario (i)

La carga de incendio inmobiliario o factor i, depende de la combustibilidad de la estructura portante y de los elementos de cerramiento. En el siguiente cuadro se presentan los valores de carga de incendio inmobiliaria.

**Cuadro 30.** Carga de incendio inmobiliaria (i).

Estructura portante	Elementos de fachadas, tejados		
	Concreto, ladrillo, metal	Cerramientos multicapas con capas exteriores incombustibles	Materiales sintéticos
	Incombustibles	Combustible/protegida	Combustibles
Concreto, ladrillo, acero incombustible	1	1,05	1,1
Construcción en madera revestida, combustible, contrachapada, protegida y maciza	1,1	1,145	1,2
Construcción en madera - ligera combustible	1,2	1,25	1,3

#### 4. 2. 6 Nivel de planta o altura útil del edificio (e)

El nivel de planta o factor e, lo determina el número de plantas de la edificación y el valor de carga de incendio inmobiliaria para edificios de una sola planta. Para edificios de más de una planta o edificios con sótanos, se depende únicamente de la altura del piso en cuestión al nivel de la calle de acceso o rasante. Las tablas siguientes, muestran los valores de altura útil del edificio según sea un edificio de una sola planta, de varias, o un edificio con sótanos.

Para los edificios de una única planta, el valor de e se determina en función de la altura útil (E) del local. Mientras que para los sótanos, según la diferencia de altura entre la calle de acceso y la cota del suelo el sótano considerado, el valor de e se determina con el cuadro 29.

**Cuadro 31.** Valores del factor e para edificios de una planta.

Altura del local E (m.)	e		
	Q <sub>m</sub> pequeño ( $Q_m \leq 200 \frac{MJ}{m^2}$ )	Q <sub>m</sub> medio ( $Q_m < 1000 \frac{MJ}{m^2}$ )	Q <sub>m</sub> grande ( $Q_m > 1000 \frac{MJ}{m^2}$ )
Más de 10	1	1,25	1,5
Hasta 10	1	1,15	1,3
Hasta 7	1	1	1

**Cuadro 32.** Valores del factor e, para sótanos.

Sótanos	E (cota de la planta respecto a la rasante (m.))	e
Primer sótano	-3	1
Segundo sótano	-6	1,9
Tercer sótano	-9	2,6
Cuarto restante	-12	3

**Cuadro 33.** Valores del factor e de acuerdo a la altura del nivel del piso.

Planta	E (cota de la planta respecto a la rasante)	e
Baja		1
Planta 1	< 4 m	1
Planta 2	≤ 7 m	1,3
Planta 3	≤ 10 m	1,5
Planta 4	≤ 13 m	1,65
Planta 5	≤ 16 m	1,75
Planta 6	≤ 19 m	1,8
Planta 7	≤ 22 m	1,85
Planta 8, 9 y 10	≤ 25 m	1,9
Planta 11 y	≤ 34 m	2

#### 4. 2. 7 Amplitud de la superficie (g)

Este factor representa la probabilidad de propagación horizontal de un incendio, en función de la relación entre largo y ancho (l/b) del compartimiento contrafuego y de la superficie (l·b) del mismo. En el siguiente cuadro se puede determinar el valor de g para el compartimiento cortafuego considerado, conociendo su área y su relación l/b.

**Cuadro 34.** Valores del factor g según dimensiones y área del compartimiento.

g	Relación l/b								Valor g
	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	
Superficie (m <sup>2</sup> )	800	770	730	680	630	580	500	400	0,4
	1200	1150	1090	1030	950	870	760	600	0,5
	1600	1530	1370	1370	1270	1150	1010	800	0,6
	2000	1900	1700	1700	1600	1450	1250	1000	0,8
	2400	2300	2050	2050	1900	1750	1500	1200	1
	4000	3800	3400	3400	3200	2900	2500	2000	1,2
	6000	5700	5100	5100	4800	4300	3800	3000	1,4

Para los compartimientos cortafuego en sótanos, el valor de g se tomará en la columna l: b = 1:1, aunque tenga un cociente l: b efectivo diferente.

## 4. 2. 8 Medidas de protección

### 4. 2. 8. 1 Medidas de protección normales (N)

#### 4. 2. 8. 1. 1 Extintores portátiles (n1)

Para la realización de la estimación del número de extintores y su tipo Se realiza la sectorización de cada piso, luego se clasifica con la ayuda del anexo 1 se obtiene la carga térmica en Mcal/m<sup>2</sup>, este término se traslada a MJ/m<sup>2</sup>, luego se coloca el área correspondiente a cada sectorización. Se suman las cargas y las áreas y se obtiene la densidad de carga promedio se consigue de dividir la suma de la carga entre la suma del área. Por ultimo la cantidad mínima de extintores se logra al dividir la suma del área entre 150 m<sup>2</sup>. La cantidad de kilogramos de extintor se obtiene de dividir la densidad de carga entre 27,2 MJ/m<sup>2</sup>. Una vez obtenidos el número de extintores por piso, se procede a determinar su adecuada distribución.

**Cuadro 35.** Valores del factor n1

Extintores portátiles	n1
Suficientes	1
Insuficientes o inexistentes	0,9

#### 4. 2. 8. 1. 2 Bocas de incendio (n2)

Las bocas de incendio equipadas (BIE) deben estar equipadas lo suficiente para una primera intervención de un personal capacitado.

Como se mencionó en el capítulo IV de acuerdo al Reglamento de Seguridad Humana, para edificios con área de construcción mayor a 2500 m<sup>2</sup> y en los que se requieran más de 60 m de manguera desde cualquier acceso al edificio hasta el punto más alejado dentro de éste, de debe contar con rociadores automáticos o sistema fijo manual clase III, con un caudal de diseño de 31,5 l/s y una presión de 7,03 kg/cm<sup>2</sup>.

**Cuadro 36.** Valores del factor n2

Bocas de incendio equipadas (BIE)	n2
Suficientes	1
Insuficientes o inexistentes	0,8

4. 2. 8. 1. 3 Fiabilidad de abastecimiento (n3)

El caudal y reserva de agua para incendios, depende del grado de peligrosidad y de la confiabilidad del suministro de agua.

La magnitud del riesgo se determina de acuerdo al número de personas que puedan encontrarse en peligro simultáneamente en el edificio y de la concentración de bienes materiales en riesgo. En el siguiente cuadro se muestran los valores de n3 según corresponda.

**Cuadro 37.** Valores del factor n3

Fiabilidad de la aportación de agua	n3		
	Presión (bar)		
Riesgo alto más de 3600 l/min. Mín 480 m <sup>3</sup>	< 2	Entre 2 y 4	> 4
Riesgo medio más de 1800 l/min. Mín 240 m <sup>3</sup>			
Riesgo bajo más de 900 l/min. Mín 120 m <sup>3</sup>			
Depósito elevado con reserva de agua para extinción o bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica, con depósito de reserva	0,7	0,85	1
Depósito elevado sin reserva de agua para incendios con bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica	0,65	0,75	0,9
Bombeo de aguas subterráneas independiente de la red eléctrica sin reserva	0,6	0,7	0,85
Bombeo de aguas subterráneas dependiente de la red eléctrica sin reserva.	0,5	0,6	0,7
Aguas naturales con sistema de impulsión	0,5	0,55	0,6

#### 4. 2. 8. 1. 4 Longitud de los conductos para transporte de agua (n4)

Se considera la longitud de manguera desde la toma del hidrante exterior hasta el acceso al edificio. El hidrante más cercano al inmueble del liceo se encuentra a sobre el perímetro del liceo y posee un diámetro de 75mm.

Conforme al Reglamento de Seguridad Humana del INS, para todo inmueble de uso educacional de más de 2000 m<sup>2</sup> de área de construcción, debe contar con un hidrante instalado en la red pública en un diámetro no inferior a 150mm; se ubicarán en el acceso principal, a una distancia de 12m respecto al primer edificio y se pintarán de amarillo. De no existir, es necesario construir un tanque con un mínimo 57 m<sup>3</sup> de agua, instalando una toma directa.

**Cuadro 38.** Valores del factor n4

Longitud del conducto de transporte de agua	n4
< 70 m hasta el acceso del edificio	1
Entre 70 - 100 m	0,95
> 100 m	0,8

#### 4. 2. 8. 1. 5 Instrucción del personal (n5)

Se debe contar con un plan de emergencia y personal instruido, que estén habituadas a manipular extintores portátiles y las BIE, así como conocer las posibilidades de alarma y de evacuación.

**Cuadro 39.** Valores del factor n5

Personal instruido	n5
Disponible y formado	1
Inexistente	0,8

#### 4. 2. 8. 2 Medidas de protección especiales (S)

Para aquellos casos en que no aplique la medida en cuestión, o la misma no se halla realizado, se debe de tomar el valor 1 para el  $S_i$  respectivo.

##### 4. 2. 8. 2. 1 Detección del fuego (s1)

Este factor, corresponde con la presencia de sistemas de detección en el inmueble, ya sea electrónica o humana por medio de rondas, así como de alarma y de extinción automática (rociadores automáticos). En el siguiente cuadro se muestran algunos valores del parámetro s1 para diversas características de edificios.

**Cuadro 40.** Valores del factor s1

Detección del fuego	s1
Vigilancia: al menos 2 rondas durante la noche y los días festivos	1,05
*rondas cada dos horas	1,1
Instalación de detección automática	1,1
Instalación de rociadores automáticos	1,2

##### 4. 2. 8. 2. 2 Transmisión de la alarma (s2)

Este parámetro, corresponde con los sistemas de aviso en caso de incendio al cuerpo de bomberos respectivo, a mayor eficacia del sistema de transmisión, mayor será el valor del mismo. A continuación se muestran los valores del parámetro s2 según convenga.

**Cuadro 41.** Valores del factor s2

Transmisión de la alarma a bomberos	s2
Desde un puesto ocupado permanentemente (una persona) y teléfono	1,05
Desde un puesto ocupado permanentemente (dos personas) y teléfono	1,1
Transmisión automática de la alarma a bomberos por central de detección o tele transmisor	1,1
Transmisión automática de la alarma a bomberos mediante una línea telefónica supervisada, línea reservada o TUS	1,2

#### 4. 2. 8. 2. 3 Bomberos oficiales y particulares o de empresa (s3)

A continuación, se muestra una tabla en la cual, se muestran los valores del parámetro s3, según se cuente con los tipos de cuerpos de bomberos respectivos. La abreviatura BE significa bomberos de empresa y BP bomberos públicos.

**Cuadro 42.** Valores del factor s3

s3	BE nivel 1	BE nivel 2	BE nivel 3	BE nivel 4	Sin BE
Cuerpos B.P.	1,2	1,3	1,4	1,5	1
B.P. + alarma simultánea	1,3	1,4	1,5	1,6	1,15
32 + TP	1,4	1,5	1,6	1,7	1,3
Centro B*	1,45	1,55	1,65	1,75	1,35
Centro A*	1,5	1,6	1,7	1,8	1,4
Centro A* + reten	1,55	1,65	1,75	1,85	1,45
B. P. profesionales	1,7	1,75	1,8	1,9	1,6

#### 4. 2. 8. 2. 4 Escalones de intervención de los bomberos públicos (s4)

Considera el tiempo que demoran los bomberos en llegar al edificio desde que se da el aviso de alarma. La estación de Bomberos de Barrio México se encuentra ubicada a escasos 3km. del edificio y tardan aproximadamente 5 minutos en llegar al lugar. No obstante se debe tomar lo que duran desde el momento en que inicia el fuego, se activa la alarma, se llama al 911 y ahí verifican la llamada y de emergencia llaman a los bomberos; por lo que se tomará que duran un máximo de 10 minutos. En el siguiente cuadro se muestran los diversos valores de s4 para diversas condiciones del edificio.

**Cuadro 43.** Valores del factor s4

s4	Rociadores cl. 1 y cl. 2	BE Nivel 1+2	BE Nivel 3	BE Nivel 4	Sin BE
$E_1 < 15 \text{ min} < 5 \text{ km}$	1	1	1	1	1
$E_2 < 30 \text{ min} > 5 \text{ km}$	1,00 0,95	0,9	0,95	1	0,8
$E_1 > 30 \text{ min}$	0,95 0,90	0,75	0,9	0,95	0,6

#### 4. 2. 8. 2. 5 Instalaciones fijas de extinción (s5)

Corresponde con la acción de extinción de rociadores automáticos. A mejor, mas seguro y mas eficaz sistema, se asocia un valor superior del parámetro s5, como se muestra en la siguiente tabla.

**Cuadro 44.** Valores del factor s5

Instalaciones de extinción	s5
Rociadores clase 1 (abastecimiento doble)	2
Rociadores clase 2 (abastecimiento único) o instalación de agua pulverizada	1,7
Protección automática de extinción por as (protección del local)	1,35

#### 4. 2. 8. 2. 6 Instalaciones automáticas de evacuación de calor y humo (s6)

Las instalaciones automáticas de evacuación de calor y humos, es aplicable a edificaciones de varias plantas, ya que estos dispositivos, proveen de un sistema que permite la evacuación del humo y el calor, reduciendo el peligro debido a la acumulación de los mismos. En presencia de este tipo de dispositivos,  $s_6 = 1.20$ , en ausencia se utiliza  $s_6 = 1$ .

#### **4. 2. 8. 3 Medidas de protección inherentes a la construcción (F)**

##### 4. 2. 8 .3. 1 Resistencia al fuego de la estructura portante (f1)

Se refiere a la resistencia al fuego de la estructura portante del compartimiento. Como se puede observar en el siguiente cuadro, a mayor resistencia al fuego de la estructura portante, mayor es el valor del coeficiente  $f_1$ .

**Cuadro 45.** Valores del factor  $f_1$

Estructura portante elementos portantes (paredes, marcos, columnas)	$f_1$
RF-90 y más	1,3
RF-30 - RF-60	1,1
< RF-30	1

##### 4. 2. 8 .3. 2 Resistencia al fuego de las fachadas (f2)

Se refiere a la resistencia al fuego de las fachadas del compartimiento considerado, y del porcentaje de la superficie de ventanas en relación con la superficie de la fachada. Nuevamente, a mayor resistencia al fuego de la fachada, mayor el coeficiente a utilizar, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 46.** Valores del factor f2

Fachadas (altura de las ventanas < 2/3 altura de la planta)	f2
RF-90 y más	1,15
RF-90 y más	1,1
< RF-30	1

4. 2. 8 .3. 3 Resistencia al fuego de entrepisos (f3)

La resistencia al fuego de entrepisos, depende de la separación entre plantas teniendo en cuenta la resistencia al fuego del techo, el tipo de comunicaciones verticales y aberturas y el número de plantas del edificio.

**Cuadro 47.** Valores del factor f3

Entrepisos	f3		
Número de pisos	Aberturas verticales		
	Ninguna o cerradas	Protegidas	No protegidas
≤ 2	1,2	1,1	1
>2	1,3	1,05	1
≤ 2	1,15	1,1	1
>2	1,2	1	1
≤ 2	1,05	1,05	1
>2	1,1	1,05	1

4. 2. 8 .3. 4 Resistencia al fuego de las células cortafuegos (f4)

Las células cortafuegos son las subdivisiones de plantas cuyas superficies no sobrepasan los 200 m<sup>2</sup> y las divisiones o paredes livianas poseen una resistencia de RF-30 y sus puertas de acceso deben ser de tipo T-30. En el siguiente cuadro se muestran

diferentes valores del parámetro  $f_4$ , según las condiciones del edificio. Los porcentajes representan la relación entre aberturas y elementos sólidos.

**Cuadro 48.** Valores del factor  $f_4$

Superficie de células cortafuegos provistas de tabiques RF-30, puertas cortafuegos T-30. Relación AF/AZ	f4		
	Aberturas verticales		
	> 10%	< 10%	< 10%
AZ < 50 m <sup>2</sup>	1,4	1,3	1,2
AZ < 100 m <sup>2</sup>	1,3	1,2	1,1
AZ < 200 m <sup>2</sup>	1,2	1,1	1

#### 4. 2. 9 Peligro de activación (A)

El peligro de activación, es aquel riesgo potencial de iniciación de fuego, mediante materiales que reaccionen en forma de combustión. Los materiales altamente inflamables, conllevan un peligro de activación alto, mientras que los materiales como el agua o el concreto, tienen peligros de activación muy bajos. Las instalaciones donde se manejen procesos a elevadas temperaturas, o se cuente con instalaciones o procesos eléctricos, también tendrán peligros de activación elevados.

Se considerará el uso del local o los materiales almacenados con el peligro de activación mayor, si las mismas alcanzan el 10% de las totales. En el siguiente cuadro se muestran algunos valores de este parámetro según sea su peligro de activación.

**Cuadro 49.** Valores del factor A según el peligro de activación

Peligro de activación	Valor A
Débil	0,85
Normal	1
Medio	1,2
Alto	1,45
Muy elevado	1,8

## 4. 2. 10 Riesgo aceptado ( $R_a$ )

El riesgo aceptado, es un parámetro que permite dar una cota de aceptación. Se utiliza un valor de riesgo normal igual a 1.3 para todos los casos, por lo que el cálculo del riesgo normal se realiza mediante la ecuación 11.

### 4. 2. 10. 1 Factor de corrección ( $P_{HE}$ )

Es un factor que depende del número de personas y del nivel de la planta a la que se aplique el método. En el siguiente cuadro se muestra la clasificación general del factor de corrección.

**Cuadro 50.** Rango de valores para el factor de corrección del riesgo aceptado

$P_{H,E} E$	$> 1$	Peligro bajo para personas
$P_{H,E} E$	$= 1$	Peligro normal para personas
$P_{H,E} E$	$< 1$	Peligro elevado para personas

El peligro es considerado bajo, cuando se trata de edificios que no tienen acceso al público, como edificios industriales entre otros. El peligro es considerado normal, cuando las condiciones son las típicas de ocupación del inmueble, y por ultimo, el peligro es considerado alto, para edificios con alta concentración de personas, tales como escuelas, edificios de oficinas, parqueos, cárceles, o centros comerciales, o bien cuando la naturaleza del edificio no permite una adecuada evacuación tal como en edificios antiguos, edificios de muchas plantas, etc.

En el siguiente cuadro se muestran algunos valores del parámetro según sea el caso.

**Cuadro 51.** Valores del factor de corrección en función del número de personas del compartimiento cortafuego y su situación.

Planta	Exposiciones, museos, locales de diversión, salas de reunión, escuelas, restaurantes, grandes almacenes				Hoteles, pensiones, guarderías infantiles, albergues				Hospitales, asilos, establecimientos diversos				P <sub>H,E</sub>
	Baja y 1 <sup>era</sup>	2 <sup>a</sup> - 4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup> - 7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup> y más	Baja y 1 <sup>era</sup>	2 <sup>a</sup> - 4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup> - 7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup> y más	Baja y 1 <sup>era</sup>	2 <sup>a</sup> - 4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup> - 7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup> y más	
Numero de personas	>1000	≤ 30	.....	.....	>100	.....	.....	.....	>100	.....	.....	.....	1
	0	≤ 100	.....	.....	0	≤ 30	.....	.....	0	.....	.....	.....	1
	.....	≤ 300	.....	.....	.....	≤ 100	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,9
	.....	≤ 1000	≤ 30	.....	.....	≤ 300	.....	.....	.....	≤ 30	.....	.....	0,9
	.....	>100	≤ 100	.....	.....	≤ 1000	≤ 30	.....	.....	≤ 100	.....	.....	0,8
	.....	0	≤ 300	.....	.....	>100	≤ 100	.....	.....	≤ 300	.....	.....	0,8
	.....	.....	≤ 1000	≤ 30	.....	0	≤ 300	.....	.....	≤ 1000	≤ 30	≤ 30	0,7
	.....	.....	>100	≤ 100	.....	.....	≤ 1000	≤ 30	.....	>100	≤ 100	≤ 100	0,7
	.....	.....	0	≤ 300	.....	.....	>100	≤ 100	.....	0	≤ 300	≤ 300	0,6
	.....	.....	.....	≤ 1000	.....	.....	0	≤ 300	.....	.....	≤ 1000	≤ 1000	0,6
	.....	.....	.....	>100	.....	.....	.....	≤ 1000	.....	.....	>100	>100	0,5
	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....	>100	.....	.....	0	0	0,5
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....	.....	0,4

## 4. 2. 11 Resultados

**Cuadro 52.** Resultados del Método de Gretener en el Liceo Luis Dobles Segreda

Factor	Pabellón 1 y 2	Administración	Este gimnasio	Gimnasio	Oeste gimnasio	Comedor	Soda
Q	1,20	1,40	1,10	1,00	1,10	1,30	1,50
C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
R	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
K	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
I	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,10	1,30
E	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
G	0,40	0,40	0,40	1,00	0,80	0,40	0,40
P	0,75	0,67	0,53	1,00	1,06	0,57	0,78
n1	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
n2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
n3	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
n4	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
n5	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
N	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
s1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
s2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
s3	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
s4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
s5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
s6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
S	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
f1	1,10	1,10	1,10	1,30	1,10	1,10	1,00
f2	1,10	1,00	1,00	1,15	1,00	1,00	1,00
f3	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
f4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F	1,45	1,32	1,32	1,79	1,32	1,32	1,20
$M = N \cdot S \cdot F$	0,54	0,49	0,49	0,66	0,49	0,49	0,44
$B = P/M$	1,40	1,38	1,09	1,51	2,17	1,18	1,76
A	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
$R = B \cdot A$	1,19	1,17	0,92	1,29	1,84	1,00	1,50
$P_{HE}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$R_u = 1,3P_{HE}$	1,17	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
$g = R_u/R$	0,98	1,11	1,41	1,01	0,70	1,30	0,87

Dado que en algunos de los edificios el valor  $\gamma < 1$ , Liceo Luis Dobles Segreda cuentan con un riesgo de incendio por debajo de lo aceptable, y por ende, se deben de tomar las medidas del caso para garantizar la seguridad de sus usuarios.

## **5. Análisis del inmueble para cumplimiento de la ley 7600**

### ***5. 1 Generalidades geométricas relativas al cumplimiento de la ley 7600***

A continuación, se detalla, caso por caso, los distintos requerimientos geométricos de una edificación, para cumplir con la ley 7600

#### **5. 1. 1 Símbolo internacional de acceso.**

El símbolo internacional de acceso, se debe de utilizar para indicar el acceso a servicios por personas con discapacidad. El símbolo internacional de acceso debe medir: (15 x 15) cm para uso de interiores y (20 x 20) cm. para uso en exteriores. El fondo en color azul claro y la figura en blanco como se muestra en la siguiente Figura.



**Figura 14.** Símbolo internacional de acceso

#### **5. 1. 2 Lavaderos y fregaderos**

Los lavaderos deben permitir al usuario trabajar en posición sentada y proporcionar un espacio inferior libre de 0,68 m mínimo para rodillas y piernas. La altura máxima debe ser de 0,85 m, el grifo y sus respectivas perillas deberán estar ubicados a 0,60 m del borde del

mostrador y ser tipo palanca. Debe tener una profundidad de 12,5 cm y contar con 7,5 cm al frente para apoyar los brazos.

### **5. 1. 3 Fuentes de calor**

Toda fuente de calor deberá estar recubierta por un aislante térmico.

### **5. 1. 4 Puertas**

El ancho mínimo de todas las puertas y aberturas será de 0,90 m. Todas las puertas permitirán un espacio libre de por lo menos 0,45 m de ancho adyacente a la puerta en el lado opuesto a las bisagras, el cual deberá estar provisto en ambos lados de la puerta. Las puertas de los cuartos de baño o espacios confinados deben abrir hacia afuera. Las puertas corredizas pueden ser utilizadas comúnmente. La agarradera será de fácil manipulación, de tipo barra o aldaba y debe tener una altura de 0,90 m.

### **5. 1. 5 Controles de ventanas**

Los controles de las ventanas serán accesibles y fáciles de operar desde una posición sentada, mediante extensiones o controles remotos en casos especiales.

### **5. 1. 6 Cuarto de baño**

La distribución del cuarto de baño proveerá un espacio libre de maniobra de 1,50 m.

### **5. 1. 7 Dispositivos y accesorios**

Todos los accesorios de baño, deben colocarse a una altura máxima de 0,90 m., así como cajas de fusibles y dispositivos mecánicos. Se debe usar puertas de apertura hacia afuera o

corredizas en todos los cuartos de baño. Los pisos de los baños serán de material antiderrapante.

### **5. 1. 8 Lavatorios**

Los lavatorios deben tener una altura de 0,85 m. Se recomienda el uso de controles de temperatura tipo palanca.

### **5. 1. 9 Ducha**

El tamaño mínimo de la ducha para silla de ruedas es de (1,20 x 1,20) m, y una apertura mínima de 1,00 m para el acceso. Los pisos de las duchas deberán ser de material antiderrapante.

### **5. 1. 10 Pendientes**

Las especificaciones para las pendientes, serán de 10 al 12% en tramos menores a 3 m., de 8 al 10% en tramos de 3 m a 10 m. y de 6 al 8% en tramos mayores a 10 m.

### **5. 1. 11 Aceras**

Las aceras deben tener un ancho mínimo de 1,20 m, un acabado antiderrapante y sin obstáculos. Los cortes transversales o rampas que se hagan a lo largo de la línea de propiedad, no será de un tamaño mayor a 1,20 m, deberán cumplir con los requisitos de gradiente, superficie y libre paso de aguas. Las aceras deberán tener una altura de entre 15 cm y 25 cm medida desde el cordón del caño.

### **5. 1. 12 Rampas en las aceras**

En las aceras, en todas las esquinas deberá haber una rampa con gradiente máxima de 10%. Esta rampa deberá tener un ancho mínimo de 1,20 m y construidas en forma antiderrapante.

### **5. 1. 13 Señales y salientes**

Toda señal u objeto saliente colocado en calles, aceras o espacios públicos deberá estar a una altura mínima de 2,20 m.

### **5. 1. 14 Elementos urbanos**

Los elementos urbanos de uso público, tales como cabinas telefónicas, fuentes, basureros, bancos, maceteros y otros análogos se diseñarán y ubicarán de forma que puedan ser usados por personas con discapacidad y que no constituyan un obstáculo para el desplazamiento de los transeúntes.

### **5. 1. 15 Aleros**

Los aleros en edificios deben construirse a una altura mínima de 2,20 m.

### **5. 1. 16 Pasamanos**

Los pasamanos de las escaleras deben continuarse por lo menos 0,45 m al inicio y final de la escalera y si hay descanso deben ser continuadas por éste. Los pasamanos deben contar con una señal en Braille que indique el número de piso. Los pasamanos deben de estar libres de cualquier obstáculo en todo momento.

### **5. 1. 17 Escaleras.**

Las escaleras deberán presentar un diseño adecuado: huella de 0,30 m y contrahuella de 0,14 m máximo. Pasamanos en todos los tramos a 0,90 m de altura.

### **5. 1. 18 Pisos antiderrapantes**

Los pisos de las escaleras serán en materiales antiderrapantes. Lo mismo en accesos principales, pasillos y en sitios que se encuentren desprotegidos de la lluvia.

### **5. 1. 19 Contraste en la coloración**

Los colores en las escaleras, marcos y puertas deben de ser de colores distintos al resto del ambiente, para facilitar su visualización por parte de personas con deficiencias visuales.

### **5. 1. 20 Iluminación artificial**

La iluminación artificial será de buena calidad aún en pasillos y escaleras, mínimo 300 lúmenes.

### **5. 1. 21 Barandas de seguridad**

Las barandas deben de tener una altura de 0,90 m desde el nivel del piso, con una intermedia a 0,60 m y una barra inferior a 0,10 m del nivel de pavimento. El piso adyacente a la baranda debe de tener textura especial como prevención para las personas con deficiencia visual.

### **5. 1. 22 Puerta**

Las puertas tendrán un ancho mínimo de 0,90 m. Llevarán un elemento protector metálico en la parte inferior de 0,30 m como mínimo. Las puertas deberán en todo caso abrir en ambos sentidos. En caso de que la distancia con la acera no permita su apertura exterior, deberán tener un retiro del mismo tamaño que las hojas de la puerta. Podrá eximirse este retiro a las puertas corredizas accionables manualmente desde una silla de ruedas. Las puertas de acceso deberán llevar indicaciones de luz, para uso de las personas con deficiencia auditiva.

### **5. 1. 23 Pasillos**

Los pasillos generales y los de uso común, deberán tener un ancho mínimo de 1,20 m. Los pasillos interiores tendrán un ancho mínimo de 0,90 m.

### **5. 1. 24 Servicios sanitarios**

En las áreas de servicios sanitarios, por lo menos un cubículo de cada clase (inodoro, orinal, ducha) tendrán puerta de 0,90 m que abra hacia afuera. Agarraderas corridas a 0,90 m de alto en sus costados libres. Los inodoros se instalarán recargados a un lado de la pared de fondo. Sus dimensiones mínimas son de 2,25 m x 1,55 m.

### **5. 1. 25 Inodoros, duchas y accesorios**

Cuando los inodoros se instalen centrados en la pared de fondo, sus dimensiones deben ser 2,25m x 2,25m. Los cubículos para ducha deben medir 1,75 m x 1,50 m. Los accesorios de baño deben contar con una altura máxima de 0,90 m. Los espejos se deben colocar a una altura máxima de su borde inferior de 0,80 m. Los lavatorios se instalarán a una altura máxima de de 0,80 m.

## **5. 1. 26 Dispositivos**

Todos los dispositivos de uso general, incluyendo timbres tendrán una altura de instalación entre 0,90 m y 1,20 m. Los cajeros automáticos y dispositivos similares que se instalen, deberán ser parlantes en español.

## **5. 1. 27 Teléfonos públicos**

Todos los teléfonos públicos, tendrán el panel de marcación a 1,00 m como altura máxima.

## **5. 1. 28 Cerraduras**

Las cerraduras de ventanas y puertas se instalarán a una altura máxima de 0,90 m. Se evitarán aquellas que necesiten la utilización de ambas manos para accionarlas.

## **5. 1. 29 Mesas, mostradores y ventanillas**

Las mesas y mostradores deben de tener una altura de 0,80 m. Las ventanillas de atención al público tendrán una altura de 0,90 m sobre el nivel de piso terminado.

## **5. 1. 30 Estantes y anaqueles**

Las estanterías o anaqueles irán separados del suelo 0,30 m para permitir que el apoyo pie de la silla de ruedas pase por debajo al acercarse y la altura máxima de 1,30 m.

## **5. 1. 31 Entradas a edificios**

Del total de las entradas utilizadas por el público en cualquier edificio, al menos una de ellas estará a nivel o contará con rampas de acceso.

## ***5. 2 Condiciones a mejorar en el Liceo Luis Dobles Segreda para cumplir con la ley 7600***

A continuación se muestran aquellas condiciones que incumplen la ley 7600 en el Liceo Luis Dobles Segreda y que deben de ser corregidas.

### **5. 2. 1 Símbolo de accesibilidad**

Las instalaciones del Liceo Luis Dobles Segreda, deben de tener este símbolo cuando cuenten con los requerimientos para accesibilidad universal, se deberá mostrar este símbolo en los sitios donde se cuenta con facilidades para personas con discapacidad, para que se puedan localizar con facilidad.

### **5. 2. 2 Lavaderos, fregaderos y lavabos**

Todos los lavaderos, fregaderos y lavabos existentes en el Liceo Luis Dobles Segreda cumplen con los requisitos de espacio libre en la parte inferior, altura y profundidad mínimos. Sin embargo ninguno cumple con los el espacio libre para soporte de brazos de 7,5 cm en el frente ni tampoco cuentan con controles de tipo palanca. Es por esto que se considera que se deben adaptar ya sea mediante la ampliación o colocación de un mueble que los soporte, y cambiar además los controles para que cumplan con la norma, esto al menos en los elementos destinados al uso de personas con algún tipo de discapacidad.

### **5. 2. 3 Puertas**

La gran mayoría de las puertas cumplen con el requerimiento mínimo de 0.90 m de abertura y espacio de 0.45 m de ancho de espacio libre adyacente a l puerta para permitir el ingreso y maniobra para una persona con discapacidad, sin embargo, algunas, como la entrada a los baños de profesores no cuentan con estas medidas, y resultaría costoso su eventual expansión, por lo que se recomienda destinar áreas adecuadas para el uso de funcionarios.

Las puertas cuentan con agarradera y tienen la ranura del llavín o una aldaba para cierre con candado, pero los mecanismos de cierre no son como se estipula.

#### **5. 2. 4 Controles de ventanas**

En las habitaciones destinadas a aulas, existen algunas ventanas de tipo celosía en la parte superior del buque de la misma, que se encuentran fuera del alcance de personas en silla de ruedas, por lo que se debe de contar con extensiones de dichos mecanismos para controlar desde la altura de una persona con silla de ruedas.

#### **5. 2. 5 Cuarto de baño**

Los baños del Liceo Luis Dobles Segreda no cuentan con los requerimientos de espacio, por lo cual, no pueden ser accesados por personas con discapacidad, además, no se cuenta con las facilidades necesarias, tales como barandas, espacios de maniobra dentro de las cabinas del cuarto de baño entre otros.

#### **5. 2. 6 Dispositivos y accesorios**

Los dispositivos y accesorios en general, se encuentran a la altura adecuada para ser operados por personas en silla de ruedas, a excepción de las cajas de fusibles (braker).

#### ***5. 2. 7 Pendientes***

En las instalaciones del Liceo Luis Dobles Segreda, no se cuenta con ninguna rampa de acceso, por lo que se debe de construir algunas en lugares estratégicos (ver Anexo 3.3), cuidando que las pendientes sean las apropiadas.

### **5. 2. 8 Aceras y pasillos**

Todos los pasillos y aceras exteriores del Liceo Luis Dobles Segreda cuentan con un ancho mínimo de 1.20 m y un gradiente de entre (15 cm y 25 cm) medido desde el cordón de caño, con lo cual se encuentran dentro de lo permitido por la Ley 7600. Se debe de colocar material antiderrapante en los pasillos del área común del Liceo, ya que, a pesar de estar en su mayoría techados, no se encuentran aislados del agua.

### **5. 2. 9 Escaleras**

Todas las escaleras cuentan con el ancho, una huella y contrahuella que cumple con las dimensiones requeridas en la Ley 7600.

Los pasamanos de los pabellones 1 y 2 se encuentran en todas las escaleras y en una altura apropiada (90 cm), sin embargo, solo se encuentran colocados a un lado de la escalera y no se continúan los 45cm requeridos. No se considera necesario el indicador de piso en Braille, ya que solo se cuenta con dos pisos. Se debe de colocar material antiderrapante en las mismas y la baranda faltante. En algunos accesos, como la entrada principal al edificio administrativo y los pasillos exteriores, no se cuenta con ningún tipo de baranda.

### **5. 2. 10 Pisos antiderrapante**

Las instalaciones del Liceo Luis Dobles Segreda no cuentan con material antiderrapante en el piso. El mismo debe colocarse en todas las escaleras y en los accesos principales, pasillos y demás sitios que se encuentren desprotegidos de la lluvia.

Se debe además colocar material antiderrapante en los pisos de los vestidores del gimnasio.

### **5. 2. 11 Contraste de coloración**

En la mayoría de los buques de puertas del Liceo Luis Dobles Segreda se ha colocado un marco, el cual se pinta de un color contrastante con el resto de las paredes, no obstante, se carece de este contraste en algunos accesos, así como las escaleras entre otros.

### **5. 2. 12 Iluminación artificial**

La iluminación en la gran mayoría de las aulas y oficinas del Liceo Luis Dobles Segreda es apropiada, sin embargo, en cuartos de baño, bodegas y algunas aulas es deficiente, ya que no se cumple con el mínimo establecido por la ley, lo cual puede significar un problema para personas con discapacidad de visión.

### **5. 2. 13 Barandas de seguridad**

El segundo piso de los pabellones 1 y 2, se cuenta con barandas de seguridad hechas en su totalidad de concreto. Las mismas, si cumplen con la altura de 0.9m que se establece en la ley 7600, sin embargo, no cuentan con material texturizado en su cercanía, lo cual representa un peligro potencial para personas con discapacidad visual.

### **5. 2. 14 Mesas, mostradores y ventanillas**

Todas las mesas o mostradores para firmar o escribir deben tener una altura de 0.80 m y las ventanillas de atención al público una altura de 0.90 m sobre el nivel de piso terminado, lo cual cumple con la normativa vigente.

## Conclusiones

El riesgo de incendio en una edificación particular, es constituido por una serie de factores tanto humanos como propios del edificio. Dicho riesgo, se puede ver reducido en gran medida por una serie de medidas, tales como la modificación de hábitos de los ocupantes, elaboración de planes de emergencia y modificación de las instalaciones entre otros.

La evaluación del riesgo de incendio, es una herramienta de gran importancia para conocer las deficiencias presentes en un edificio y eventualmente corregirlas para reducir dicho riesgo.

Los métodos de Meseri y Gretener, hacen una valoración general del inmueble, que no pueden ser tomados como verdades absolutas, dada la poca minuciosidad de los mismos, sin embargo, pueden ser tomados como base para detectar las principales deficiencias con respecto a medidas de seguridad y factores de riesgo de incendio.

Luego de aplicar los métodos anteriormente mencionados, se concluye que el Liceo Luis dobles Segreda cuenta en la actualidad con un alto riesgo de incendio, por lo que se debe de poner en practica una serie de mejoras y protocolos para reducir dicho riesgo.

El Liceo Luis dobles Segreda no cuenta en la actualidad con un plan de emergencias en caso de incendio, que sea conocido y ensayado por la población estudiantil, personal docente y administrativo, con el fin de poder hacer frente de manera ordenada y segura a un incendio.

Se debe de dar mantenimiento preventivo a las instalaciones eléctricas del Liceo, con el fin de prevenir un corto circuito que pueda ocasionar un incendio.

No se cuenta con elementos de protección activa, tales como extintores portátiles, rociadores automáticos, sistemas de detección de humo y alarma.

La protección pasiva en el Liceo es relativamente buena, sin embargo, ciertos elementos deben de ser mejorados, tales como la compartimentación horizontal, salidas de emergencia y los obstáculos en las rutas de salida entre otros.

Es requerido un plan de emergencias, así como mejoras en la estructura y elementos de lucha contra el fuego, para así poder reducir el riesgo de incendio y garantizar el bienestar de los ocupantes del Liceo.

Es necesario también, hacer las modificaciones necesarias en el inmueble, con el fin de que las mismas sean apropiadas para ser utilizadas por personas con discapacidades físicas, tal como se estipula en la ley 7600 de igualdad de oportunidades.

El caudal de incendio de la edificación, puede ser suplido por las fuentes de agua disponibles en la zona.

## **Recomendaciones**

Cambiar los cielorrasos de los edificios Este y Oeste del Gimnasio por materiales incombustibles.

Mejorar el Orden y limpieza de todos los edificios de Liceo, para así, reducir el riesgo que esto conlleva.

Proveer a los edificios Este y Oeste del gimnasio de sistemas de compartimentación, tales como paredes cortafuego, elementos resistentes al fuego prolongado y cerramiento de las aulas desde el cielorraso hasta la cubierta de techo con materiales resistentes al fuego.

Instalar detectores de humo en todos los edificios, para así, poder tomar medidas de mitigación del fuego antes de que el mismo se propague por un área mayor.

Colocar extintores portátiles donde sea necesario (ver anexo 3.2)

Pedir al cuerpo de bomberos de Costa Rica, que provea de informes periódicos del estado de los hidrantes cercanos al Liceo (ver anexo 2).

Poner en práctica un plan de emergencia en caso de incendio, que sea ensayado periódicamente por los usuarios del Liceo Luis Dobles Segreda, para conseguir una respuesta rápida y eficaz en caso de incendio.

Capacitar personal en el uso de extintores portátiles ante un evento de incendio, que estén disponibles en horas lectivas. Dada la sencillez del uso de los mismos, se recomienda capacitar personal docente o administrativo.

Proponer un código oficial de lineamientos de construcción, que contemple el riesgo de incendio como factor de diseño obligatorio, para ser implementado por el Colegio de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica.

Educar a la población en materia de incendios, para crear así una cultura de responsabilidad y prevención, ya que estos factores, son las herramientas más efectivas en la lucha contra las catástrofes.

Colocar el símbolo internacional de accesibilidad en las zonas que estén acondicionadas para personas con discapacidad física.

Agrandar las puertas que así lo requieran, o bien crear zonas con el mismo uso que cuenten con facilidades para personas con discapacidad.

Adaptar controles al alcance de personas en silla de ruedas, para las ventanas del Liceo en general.

Remodelar los cuartos de baño, de manera tal, que puedan ser utilizados por personas con discapacidad y que cumpla con los requerimientos de espacio y facilidades que se estipula en la ley 7600.

Construir rampas de acceso en lugares estratégicos, que permitan el acceso de sillas de ruedas a las plantas bajas de todos los edificios. Dado el elevado costo de los ascensores eléctricos, y su dependencia directa de la corriente eléctrica (al ser aun mas costoso la adquisición de una planta generadora de energía eléctrica), en caso de haber una persona con discapacidad que requiera hacer uso de algún aula en el segundo piso, las autoridades del Liceo deben de hacer el cambio respectivo de manera tal que la persona con discapacidad pueda cumplir a cabalidad con sus actividades cotidianas sin hacer uso del segundo piso (cambio de aula con un grupo de la planta baja por ejemplo).

Colocar la baranda faltante en las escaleras del pabellón de aulas 1 y 2, y continuarlas los 45cm que se estipula en la ley. Colocar también barandas a ambos lados en las escaleras de los pasillos y la entrada principal al edificio administrativo.

Colocar material antiderrapante en todos los accesos a escaleras, gradas o desniveles, accesos principales y aquellos lugares donde así se requiera.

Proveer a todas las zonas que no cumplan, con la iluminación minima requerida.

Se debe colocar material texturizado en el piso de las cercanías de las escaleras, para advertir la presencia de las mismas a personas con discapacidad de vista.

Concientizar a la población estudiantil, docente y administrativa de la importancia de la igualdad a las personas con discapacidad.

## Bibliografía

- Alfaro, A. (2009). "Evaluación técnica y diagnóstico de riesgo de incendio en la Biblioteca Luis Demetrio Tinoco de la Universidad de Costa Rica". Trabajo Final de Graduación para Lic. IC, EIC, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Calvo, M. (2003). Evaluación del riesgo por incendio de la Escuela de Computación de la Universidad de Costa Rica. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Campos, K. (2006). "Evaluación del riesgo en las instalaciones de la Universidad de Costa Rica y propuesta de procedimientos ante una amenaza". Trabajo Final de Graduación para Lic. IC, EIC, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Cascante, L. (2006). "Protección pasiva en estructuras contra el fuego". Trabajo Final de Graduación para Lic. IC, EIC, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Castro, E. (2007). Propuesta de modificación al Reglamento a la Ley 7600 de Costa Rica. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Chavarría, C. (2008). Propuesta de opciones constructivas para reducir el riesgo de incendio y mejorar las condiciones de Seguridad Humana en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Cheung, J. (2000). Diagnóstico de la probabilidad de incendio del sector noreste de la sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

- Estrada, M. (2010) Evaluación de vulnerabilidad ante incendios, y propuesta para adecuar con los requerimientos de la Ley de Igualdad de Oportunidades la edificación del Liceo de Costa Rica. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Fonseca, M. (2008). Evaluación del riesgo por incendio de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Leiva, J. (2008). Evaluación del riesgo de incendio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Montoya, J. (2002). Evaluación del riesgo por incendio y propuesta de las mejoras de la Escuela de Química. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Morera, O. (2004). "Diseño de un sistema de prevención y protección contra incendios en el edificio "C" de la Facultad de Ingeniería". Trabajo Final de Graduación para Lic. IC, EIC, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Quirós, T. (2009). "Evaluación de riesgo de incendio en el Liceo Dr. Jose María Castro Madriz". Trabajo Final de Graduación para Lic. IC, EIC, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Rubio, J. (2005). *Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales*, Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
  
- Sáenz, W. (2004). Evaluación del riesgo por incendio y propuesta de mejoras de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

- Sequeira, E. (2009). Evaluación de riesgo de incendio en la Facultad de Derecho de la Universidad de Costa Rica. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Soto, M. (2007). Evaluación del riesgo de incendio y propuesta de mejoras en los edificios de Residencias Estudiantiles y Universitarias de la Universidad de Costa Rica. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Ureña, L. (2007). Accesibilidad universal en las escuelas Buenaventura Corrales y Pilar Jiménez. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Villalta, R. (2009). Evaluación de riesgo de incendio y proposición de soluciones en las instalaciones del Colegio Vocacional Monseñor Sanabria. Proyecto final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
  
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. (1983). "Reglamento de Construcciones". San José, Costa Rica.
  
- Isover. (1996). "Norma básica NBE- CPI.96. Condiciones de protección contra incendios en los edificios".
  
- <http://www.ingenieroambiental.com/4003/MESERI.doc>, Recuperado el 04/05/09
  
- National FIRE Protection Association, "NFPA 101Comitee on Safety to Life."
  
- Ley No 7600 Igualdad de Oportunidades Para Las Personas Con Discapacidad

- <http://fete.ugt.org>, Recuperado en 06/02/10
- [www.ecblogger.com](http://www.ecblogger.com), Recuperado el 10/02/10
- [www.profuego.com](http://www.profuego.com), Recuperado e 10/02/10
- <http://www.sercoinltda.cl>, Recuperado el 12/02/10
- <http://www.cepreven.com>, Recuperado el 03/03/10
- <http://www.cruzrojaamericana.org>, Recuperado el 16/03/10
- <http://www.cne.go.cr>, Recuperado el 01/04/10

# Anexos

***Anexo 1. Valores de carga térmica  
inmobiliaria (Según la Norma NTP- 37).***

**Guía Rápida de Notas Técnicas de Prevención**

**NTP 37**

**Riesgo intrínseco de incendio (II)**

La presente nota técnica contiene una transcripción de los valores qm, carga térmica mobiliaria; c, peligrosidad de producto y Ra, riesgo de activación del proceso, de las tablas del método de valoración del riesgo de incendio de Max Gretener.

**1.- Actividades**

Utilización de los locales	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat	Utilización de los locales	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat
Abonos químicos (fabricación de)	40	II	3	Buhardillas	140	III	2
Absorción vapores inflamables (instalación)	>400	I	4				
Aceite comestible (expedición de)	220	III	2	Cables (fabricación de)	80	V	2
Aceite comestible (fabricación de)	250	II	3	Cacao (tratamiento de)	200	III	3
Aceites para baños	300	III	2	Cajas (fabricación de)	240	III	3
Acetileno (almacén de botellas)	160	III	1	Cajas de cartón (fabricación de)	200	III	3
Acido (fabricación de)	20	III	3	Cajas fuertes (fabricación de)	20	VI	2
Acumuladores (fábnc de)	100	III	2	Calderas (construcción)	40	IV	2
Acumuladores (suministro de)	180	III	2	Calafateaciones (sala de calderas de madera o carbón)	60	III	2
Agencia de viajes	100	III	1	Calzados (expedición)	150	III	2
Alberque juventudes	80	III	2	Calzados (manufactura de)	120	III	3
Alfombras (comercio para la venta de)	200	III	1	Camas (comercio de)	120	III	1
Alfombras (manufactura de)	140	III	2	Camas (fabricación de)	130	III	2
Alfombras (teñido de)	120	III	2	Caramelos (embalaje y empaquetado de)	200	III	2
Algodón en rama (gusta) (fab. de)	60	III	2	Caramelos (fabrica de)	100	IV	2
Alimentación (comercio de)	160	IV	2	Carnicería (almacén - venta)	10	V	1
Alimentación (expedición de productos)	240	III	2	Carpintería de obra	160	III	3
Aliquitrán (preparación del)	200	III	3	Carpintería (establecimiento de)	160	III	3
Almacén de carbón	2000* H	III	1	Carpintería (modelos)	140	III	3
Almohadillaje (taller de)	120	II	2	Carpintería (sala de máquinas)	120	III	4
Aluminio (almacenamiento, trabajos en)	40	IV	2	Carretería	120	III	3
Aluminio (producción de)	10	V	2	Carretilla (fabricación de)	80	III	3
Antigüedades (comercio)	160	III	1	Carretillas (tienda para la venta de)	80	IV	1
Aparatos (despacho de)				Carrocerías (taller de)	40	III	3
Aparatos (fabricación de)				Cartón abetunado (fabricación de)	400	II	3
Aparatos (pruebas con)				Cartonados	60	IV	2
Aparatos (taller de reparación de)				Cartonajes (fabricación de)	200	IV	2
Aparatos eléctricos (fábnc de)	90	IV	3	Caucho (comercio de)	200	III	1
Aparatos eléctricos (reparación de)	120	IV	2	Caucho (fabricación de objetos de)	140	III	3
Aparatos electrónicos (fabric. de)	90	IV	3	Celuloide (fabricación de)	200	I	4
Aparatos electrónicos (reparación de)	120	IV	2	Cemento (fabricación de artículos de)	20	VI	2
Aparatos electrodomésticos (fabricación de)	80	IV	3	Cemento (fabricación del)	10	VI	2
Aparatos de menaje (venta de)	80	III	1	Cepillos (fabricación de)	160	III	3
Aparatos pequeños (construcción de)	60	IV	3	Cera (fabricación de artículos de)	320	IV	2
Aparatos sanitarios (taller de)	30	VI	2	Cera, betunes, cremas del calzado (fabricación de)	400	II	3
Apartamentos	80	III	2	Cera (expedición de)	500	III	2
Apósitos (fábnc de artículos para)	100	III	2	Cerámica (taller de)	40	VI	2
Apresto de papel	160	III	2	Cerámica	40	V	2
Apresto de textiles	50	III	2	Cerámica artística	40	VI	1
Apuestos (en fabric. textiles. Trabajos de)	80	III	3	Cerillas (fabricación de)	80	II	4
Archivos (Actas) ver también almacenamientos	1000	III	1	Cerrajería	40	VI	2
Armas (fabricación de)	60	III	3	Carvercerías (fábnc de cerveza)	20	VI	2
Amerías (venta)	80	III	1	Cestería	80	III	2
Asadores (establecimiento de asados)	40	III	3	Chapado (taller de)	120	III	2
Asilo de ancianos	80	III	2	Chapa (fabricación de objetos de)	30	VI	2
Automóviles (almacén de accesorios)	80	III	1	Chapas (perfilado de)	25	VI	2
Automóviles (aparcamiento individuales de garaje)	70	II	1	Chocolate (fabricación, empaquetado de)	120	III	2
Automóviles (carrocerías)	40	III	3	Chocolate (fabricación/ secado) (almacén int.)	1400	IV	2
Automóviles (montaje de)	80	III	3	Chocolate (fabricación otras especialidades)	100	IV	3
Automóviles (pintado de)	130	II	4	Chocolate (fabricación de/sala de moldes)	250	IV	2
Automóviles (reparación de)	80	II	3	Cigarrillos (fabricación de)	60	III	2
Automóviles (tapicería para)	160	III	2	Cines	80	IV	2
Aviación (taller - hangar)	40	II	3	Clichés (taller de grabado o estereotipia)	40	IV	2
Aviones (fabricación de)	40	III	3	Cocina (fabricación de)	40	VI	2
				Cola (fabricación de)	300	I	4
Balanzas (fabricación de)	80	VI	3	Colchones (fabricación de)	120	II	3
Baldosas (comercio de)	300	III	1	Colores (fab. Para la imprenta de)	160	II	3
Bancos (pasillo de ventanillas)	80	IV	1	Colores y barnices (fabricación de)	1000	I	5
Bancos (oficinas)	180	III	1	Colores y barnices (mezclas)	400	I	4
Barcos (construcción de)	150	III	3	Colores y barnices (venta de)	320	II	2
Bares	60	IV	1	Comercio de animales	40	III	1
Barnices (expedición de)	300	II	2	Comercio de granos	150	IV	1
Barnices (fabricación de)	1200	I	5	Comercio de harinas (sin almacén)	400	II	4
Barnizado (aparatos para)	20	I	4	Condimentos (fabricación de)	10	III	2
Barnizado de muebles	40	I	4	Confitería (venta)	100	III	2
Barnizado de papel	20	I	4	Conservas (fabricación de)	10	V	2
Barnizado a pistola sobre madera	120	I	5	Construcción (empresas de) (ver distintas secs.)			
Barnizado a pistola sobre metales	60	I	5	Consulta de dentista	40	IV	1
Bebidas no alcohólicas (fabr. de)	20	VI	2	Contrachapado (fabricación de)	200	III	3
Betún, asfalto, alquitrán (preparación del)	200	III	2	Copos de patata (fabricación de)	50	III	3
Bibliotecas	400	III	1	Corcho (tratamiento de)	120	III	3
Bicicletas (fabricación de)	40	IV	3	Cordonería	160	III	2
Bobinados	80	III	3	Correos	100	III	1
Bobinados (de materiales textiles)	140	III	2	Cosméticos (fabricación de)	80	I	4
Bodegas (sótanos de casas residenciales)	220	III	2	Costura (taller de)	70	III	2
Bodegas para vinos	20	IV	1	Cristalería (vidriería)	160	IV	2
Bordados	60	III	2	Cuerdas (fabricación de)	80	III	2

Utilización de los locales	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat	Utilización de los locales	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat
Cuerdas (venta de)	120	III	1	Fotografía (tienda de)	80	III	1
Cuero (fabric. de artículos de)	120	IV	2	Foto-taller	80	III	2
Cuero (venta de artículos de)	160	IV	1	Fotográficos (fabricación de aparatos)	80	III	3
Cuero (tratamiento del)	100	IV	2	Fresado (taller des) de metales	40	IV	2
Cuero sintético (fabricación de)	240	III	2	Frigoríficos (almacenes)	400	IV	2
Cuero sintético (trabajos en)	90	III	2	Frigoríficos (fábrica de cámaras)	240	III	3
				Fuegos rauficales (fábrica de)	Anec. II	Ex	5
Deportes (venta de artículos de)	160	III	1	Fundición de metales	20	VI	2
Desecado de legumbres	260	III	2	Fundición inyectada de metal	20	VI	2
Destilerías (materias inflamables)	40 * H	II	3				
Destilerías (materias no combustibles)	10	VI	2	Galvanoplastia	50	VI	2
Dorado (de metales)	20	VI	2	Garajes subterráneos privados	><50	I	2
Droguería (venta)	250	I	2	Garajes subterráneos publicos	><50	I	2
				Generos de punto (fabricación de)	60	III	2
Ebanistería (sin almacén de maderas)	120	III	3	Gofrados (fábrica de)	80	III	2
Electricidad (tienda de / H < 3n)	300	III	1	Golosinas (fábrica de)	180	IV	3
Electricista (taller de)				Grandes almacenes	100	III	2
Elementos de construcción en hormigón (fab.)				Grasa comestibles (fabricación)	250	II	3
Emballado en cubas pequeñas				Grasa comestible (expedición)	220	III	2
Líquido y cuba incombustibles	<50	VI	2	Guarnicionería, tapicería ( taller de)	70	III	2
Líquido y/o cuba combustibles							
Peligro Clase I	<100	I	4	Helados alimenticios (fabricación y embalaje)	20	III	2
Peligro Clase II	<100	II	3	Helografía (taller de)	100	III	2
Peligro Clase III	<100	III	2	Hilado de la seda natural	80	III	2
Peligro Clase IV	<100	IV	2	Hilaturas (sin cardado)	80	III	2
Peligro Clase V	<100	V	2	Hilos de coser (fabricación de)	60	III	2
(tener en cuenta una eventual combustibilidad elevada de las cubas o barrilitos)				Hogares infantiles	100	III	2
Empaquetado (de material de imprenta)	400	III	2	Hojalatería, chatarrería	25	VI	2
Empaquetado ( de mercancías incombustibles)	100	III	2	Hospitales	80	III	2
Empaquetado (de productos alimenticios)	200	III	2	Hotel (hasta 100 camas p=1/más de 100 p=2)	80	III	2
Empaquetado (de textil)	150	III	2				
Empaquetado (de diferentes mercancías combustibles)	150	III	2	Iglesias	40	IV	1
Encáusticos (fabricación del recubrimientos pinturas al encausto)	400	II	3	Imprenta (salas de máquinas)	100	I	4
Encuadernación	260	III	2	Imprenta (taller tipografía)	80	IV	2
Envasado en toneles:				Imprenta ( tratamiento de cilindros)	60	III	2
Líquido y tonel incombustibles	<50	VI	2	Impresión al agua fuerte (en vidrios metales)	40	VI	2
Líquido y/o tonel combustibles:				Industria química (media aproximada)	80	II	3
Peligro Clase I	>800	I	4	Industria de sidra (sin almacén de envases)	40	VI	2
Peligro Clase II	>800	II	3	Información (tratamiento)	100	III	2
Peligro Clase III	>800	III	2	Instrumentos de música (comercio de)	60	III	1
Peligro Clase IV	>800	IV	2	Instrumentos de óptica (fabricación)	40	IV	2
Peligro Clase V	>400	V	2	Instrumentos de precisión (fabric. de)			
(tener en cuenta una posible combustibilidad elevada de los toneles)				- que llevan materiales sintéticos	40	III	2
Escobas (fabricación de)	160	III	2	- sin materiales sintéticos	20	VI	2
Escuelas	60	IV	1				
Esquies (fabricación de)	200	III	4	Jabón ( confeccion de)	40	III	2
Espesios (fabricación de)	25	VI	2	Jardines de infancia	60	III	2
Espirituosos ( comercio de)	160	III	2	Joyería (venta de joyas)	80	III	1
Espirituosos (preparación de)	120	III	3	Juquetes (combustibles, fabric. de)	120	III	3
Espuma sintética ( manufactura de)	150	II	3	Juquetes ( no combustibles, fabric. de)	40	IV	2
Espuma sintética (preparación)	600	II	3	Juquetes (tienda de)	120	III	1
Establecimiento de asilo	80	III	2				
Estampación de metales (recorte)	30	IV	2	Laboratorio de bacteriología	40	IV	2
Estampación de productos sintéticos, cuero, etc.	100	III	2	Laboratorio de química	120	I	4
Etiquetas (fabricación de)	60	III	3	Laboratorio de electricidad	40	IV	2
Expedición aparatos parcialmente en m <sup>2</sup> sintéticos	160	III	2	Laboratorio fotográfico	80	IV	2
Expedición artículos de hojalata	40	III	2	Laboratorio de metalúrgica	40	VI	2
Expedición artículos de imprenta	400	III	2	Laboratorio de física	40	III	2
Expedición de artículos materias sintéticas	240	III	2	Laboratorio dental (clínica dental)	60	IV	2
Expedición artículos vidrio	180	III	2	Lámparas incandescentes (fabric. de)	10	VI	2
Expedición de bebidas	80	III	2	Lápidas (tallador de)	10	VI	2
Expedición de cartonajes	150	III	2	Lavabos W.C.	0	IV	1
Expedición de cera y barnices	300	II	2	Lavanderías	40	III	2
Expedición de muebles	150	III	2	Lencería	160	III	2
Expedición de pequeños artículos de madera	140	III	2	Lencería (fabricación de)	120	III	2
Expedición de productos alimentarios	260	III	2	Leche condensada ( fabricación de)	40	VI	2
Expedición de textiles	150	III	2	Leche condensada ( fabricación de)	40	IV	2
Exposición de automóviles	60	III	2	Lechería	40	V	2
Exposición de cuadros	40	III	1	Librerías	280	III	1
Exposición de máquinas	20	IV	1	Licores (fabricación de)	100	I	4
Exposición de muebles	120	III	2	Limpiezas químicas	60	I	4
Extracto de café (fabricación de)	80	IV	2	Local de prueba de aparatos eléctricos	40	III	2
				Local de prueba de máquinas	20	VI	2
Fábrica de caucho	140	III	3	Local de prueba de materiales textiles	60	III	2
Fabricación de galletas	80	III	2	Locales de desecho para diferentes mercancías	120	III	2
Fabricación de ladrillos y tejas							
Farmacias (almacén incluido)	200	II	2	Maderas (impregnación de)	>800	IV	2
Ferrería	40	VI	2	Maderas (tallado de)	160	III	2
Fibras artificiales (hechura, confección)	80	III	2	Maderas (secado de)	200	IV	2
Fibras artificiales (producción de)	80	III	2	Maderas (trabajos en)	160	III	3
Flores (comercio de)	20	III	1	Madera terciada (fabricación de)	200	III	3
Forjas	20	VI	2	Máquinas para oficinas (fabricación)	70	III	2
Forros de piel (apresto de) (acondicionamiento de)	400	III	3	Máquinas para oficinas (venta de)	80	III	1
Fotografía (laboratorio de)	30	IV	2	Máquinas (exposición de/decorados incluidos)	20	IV-VI	1

Utilización de los locales	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat	Utilización de los locales	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat
Máquinas (fabricación de)	40	IV-VI	3	Pulido de metales	20	V	2
Máquinas de coser (fabnc. de)	60	IV	3				
Máquinas de coser (venta)	60	III	1	Queserías	30	V	2
Máquinas lavadoras (fabricación de)	60	III	2	Quesos (comercio de)	20	V	1
Mantas (fabricación de)	120	III	2	Quesos en caja (fabricación de)	40	V	2
Mantequilla (fabricación de)	160	IV	2	Quiosco de periódicos	300	III	1
Marcos (fabricación de)	80	III	3				
Mataderos	10	V	1	Radio-difusión (estudio de)	80	III	2
Materias artificiales (producción de)	>400	I	4	Radiología (instituto de)	40	IV	2
Materias artificiales (hechuras, confección)	150	III	4	Radio y TV (comercio de)	100	III	1
Materias sintéticas inyectadas	120	III	2	Radio y TV (fabricación de)	80	III	2
Materias sintéticas (fab. de arts en)	150	III	2	Rampa de descarga con mercancía (media aprox.)	200	III	2
Mecánica (taller de)	40	IV	2	Recorte de cuero (sintético)	60	III	2
Mecánica fina (taller de)	40	IV	2	Recorte de la madera	160	III	3
Medicamentos (fabricación de)	40	II	3	Recorte de textiles	120	III	2
Medicamentos (embalaje de)	80	III	2	Recorte, ver también estampados metales relevadores (fabricación de)	80	III	2
Medias (fabricación de)	60	III	2	Relojería (cajas, desbastes)	10	VI	2
Médico (consulta)	40	III	1	Relojería (montaje de piezas)	60	VI	2
Metal (fabricación de artículos en)	30	VI	2	Relojería (piezas finas para)	20	VI	2
Metales (comercio de)	80	III	1	Relojería (piezas compostura repuesto)	60	III	2
Metales (manufactura en general)	40	VI	2	Relojería (venta)	80	III	1
Metales (grandes construcciones)	20	VI	2	Reparaciones de todas clases (taller de)	100	III	2
Metálicas (fabrica de latas)	20	VI	2	Resinas sintéticas (fabricación de)	>800	I	4
Mimbre (fabricación de art. de)	100	III	2	Restaurantes	80	III	2
Motores eléctricos (fabricación de)	70	IV	3	Restaurantes (grandes, p=1)	60	III	2
Motocicletas (montaje de)	80	III	3	Retocues (taller de)	70	III	2
Muebles (exposición de)	120	III	1	Rodamientos a bolas (taller de)	40	IV	2
Muebles de acero (fabricación de)	60	VI	2	Roperos en madera (armarios)	100	III	2
Muebles de madera (fabricación de)	120	III	4	Roperos metálicos (armarios)	20	IV	1
Muebles de oficina y accesorios (venta)	160	III	1				
Muníciones (fabricación de)	Espec.	I(Ex)	4	Sábanas (fabricación de)	60	III	3
Museos	60		1	Sacos (fab. yute, papel plástico)	120	III	2
				Salón de peluquería	60	III	2
Neumáticos (fabricación de)	160	III	3	Salón de té	80	IV	1
Nitrocelulosa (fabricación de)	Espec.	I(Ex)	5	Seda artificial (fabricación de)	80	III	2
				Seda artificial (manufactura, hechura, confección de la)	50	III	2
Oficinas de comercio	180	III	1	Serrería (sin almacén de maderas)	100	III	2
Oficinas técnicas	140	III	1	Servicios de mesa (fabricación de)	40	VI	2
Oficinas de transportes	80	III	1	Sodas (fabricación sifones de)	0	III	2
Orfebrería (fabrica de joyas)	40	VI	2	Soldaduras de materiales sintéticos	160	III	2
Orfebrería (taller de)	40	III	3	Soldadura sobre metales	20	VI	2
				Soldadura (taller de)	80	VI	2
Panadería (almacén)	80	III	1	Sombrería (fábnc)	120	III	3
Panadería (laboratorios-horno)	50	IV	2	Sombrería (venta)	120	III	1
Pantallas correderas (fabnc. de)	250	III	3				
Papelera (comercio de)	160	III	1	Tabacos (manufactura de)	40	III	2
Papel (fabnc. y manufactura de)	40	III	2	Tabacos (venta de)	120	III	1
Papel (tratamiento de)	200	III	2	Tallado de piedras	10	VI	2
Paraguas (fabricación de)	80	III	2	Tapicería (fabricación de)	80	III	3
Paraguas (comercio de)	80	III	1	Teatros	60	III	2
Parking (de las casas)	40	III	2	Tejas (cocción)	0	VI	2
Parquet (fabricación de)	400	III	3	Tejas (horno secado de pisos en madera)	240	IV	2
Pastas alimenticias (fab. de)	300	III	3	Tejas (horno secado a pisos metálicos)	0	VI	2
Pastas alimenticias (expendedor)	250	III	2	Tejas, preparación de la arcilla	10	VI	1
Pedrería (engarces, ver relojería)	20	VI	2	Tejas (presado)	40	VI	1
Pelotería	120	IV	2	Tejas (secadero a estantes en madera)	100	IV	1
Películas (taller de)	80	III	2	Tejas (secadero a estantes metálicos)	0	VI	1
Pensionados	80	III	2	Tejeduría (excepto de alfombras)	60	III	2
Perfumería (comercio de)	100	III	1	Tejido de seda (natural)	80	III	2
Piedras artificiales (fabnc. de)	10	VI	2	Tejido de yute	100	III	2
Piedras preciosas (tallado de)	20	VI	2	Tela encerada (fabricación de)	160	III	2
Pielés (hechura, confección y costura de)	80	III	2	Tela (o lona) encerada (manipulación)	160	III	2
Pielés (venta de)	40	III	1	Teléfono (central de)	20	III	2
Pilas secas (fabricación de)	100	IV	2	Teléfono (fab. de aparatos de)	100	III	2
Pinturas (automóviles, máquinas, etc.)	40	II	4	Teléfonos (fab. de centrales)	30	III	2
Pinturas (muebles, etc.)	100	II	4	Televisión (estudio de)	80	III	2
Pinturas (taller de)	120	II	3	Temple (taller de)	100	IV	2
Placas de resinas sintéticas (fab. de)	200	III	3	Tiendas (de talleres, etc.)	280	III	1
Planchado (taller de)	120	III	2	Tiendas de calzados	120	III	1
Planchas de conglomerados a presión (paneles)	25	III	2	Tintorería	130	III	2
Planchas de conglomerados (paneles)(manufacturas)	180	III	3	Tipografía	80	IV	2
Porcelana (fabricación de)	40	VI	2	Tocadiscos (fabricación de)	60	III	2
Preparaciones de arcilla	10	VI	2	Toldos o lonas (fabricación de)	80	III	2
Preparaciones de papel	120	III	2	Tonelería	140	IV	2
Preparaciones de textiles	60	III	2	Tonelos de madera (fabricación de)	280	III	3
Proceso de enfriamiento (tratamiento)	40	III	2	Torneadura (taller de torneado)	40	IV	2
Productos alimentarios (fab. de)	200	III	3	Torneadura en madera	120	III	3
Productos de huerta (comercio de legumbres)	40	IV	1	Tostado de café	100	III	3
Productos disolventes (destilación de)	40xH	I	4	Trabajos de piezas pequeñas, Cu o Fe	80	IV	2
Productos disolventes (en botella) ver sección				Tractores (fabricación de)	80	IV	
Productos de amianto (fabnc. de)	20	VI	2	Transformadores (construcción de)	60	III	3
Productos lavado (leja)(fabnc. de)	60	IV	2	Transformadores (bobinado de)	140	III	2
Productos mantenimiento del calzado (fabricación de)	200	I	4	Tratamiento de materiales ya usados	200	II	3
Puertas de madera (fabricación de)	200	III	3	Tritilería (fabnc de alambre)	20	VI	2
Pulido de maderas	40	III	3	Tricolado	40	III	2

Utilización de los locales	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat	Utilización de los locales	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat
Tubos luminiscentes (fabric. de)	80	VI	2	Vidrio (fabric. cristalería)	20	VI	2
				Vidrio (fabric. de artículos de)	40	VI	2
Utensilios (fabrica de)	40	IV	2	Vidrio (taller de soplado de)	40	VI	2
				Vidrio (finte de)	60	VI	2
Vagones (fabricación de)	50	III	3	Vidrio (tratamiento de)	40	VI	2
Vehículos (montaje de)	80	IV	2	Vinagre (fabricación de)	20	VI	2
Velas (fabricación de)	320	III	2	Vinos (despacho de)	40	III	1
Ventana de madera (fabric de)	240	III	4	Vulcanizados (taller de) sin almacén	320	III	3
Ventanas (vidrieras)	160	III	2				
Vestiduras (almacén de ventas, vestidos)	140	III	1	Yeso (fabricación de)	20	VI	2
Vestiduras (manufacturas ropas, vestidos de)	120	III	2				
Vidrio (comercio de artículos de)	40	III	1	Zutague de vidrieros (fabricación de)	340	III	2

## 2.- Almacenamientos

Almacenamientos	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat	Almacenamientos	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat
Abonos artificiales	40	III	1	Cepillos	200	III	1
Aceite comestibles en toneles	4500	IV	1	Cerámica (objeto del (ver "alm.n.c.")	-	-	-
Aceites en barriles (mineral, vegetal y animal)	4500	III-IV	1	Ceras	800	IV	1
Acidos (ver "almacenaje n.c.")	-	-	-	Cera (objetos de)	500	IV	1
Acumuladores	200	IV	-	Cera para parquet	1200	II	1
Alfombras	400	III	1	Cereales en saco	1800	III	1
Algodón en pacas	300	III	1	Cereales en silos	3200	III	1
Algodón rama (guata)	250	III	1	Cerillas	200	II	2
Alimentarios (ver "almac.n.c.")	200	III	1	Cerveza (toneles-cisterna metálicos)	0	VI	-
Almacenes n.c. (materias no combustibles)	-	-	-	Chapa ondulada (ver "alm.n.c.")	-	-	-
Cajas de madera o material sintético	40(*)	IV	-	Chapa ondulada (Arts.en) (ver "alm.n.c.")	-	-	-
Estanterías de madera con anaqueles de madera.	30(*)	IV	-	Chocolote	800	IV	1
Estanterías de madera con cajas de madera	100(*)	IV	-	Cigarrillos	600	III	1
Estanterías metálicas	5(*)	IV	-	Cilindro y bastidores de imprenta (ver "alm.n.c")	-	-	-
Estanterías metálicas anaqueles de madera.	20(*)	IV	-	Colas	800	II	2
Pelets	50(*)	IV	-	Cojchones	120	III	1
*Si las mercaderías n.c. están embaladas en cartón o materiales sintéticos habrá que añadir 20 Mcal a los valores indicados. Además se llevará Fe III en lugar de IV y se tomará Sp Cat. II en lugar de I). Considerar el embalaje. (hoja SPI MA/2/2207)				Coloniales	200	III-IV	1
Almacenes con mercancías diversas (media aprox.)	100	III	1	Colores para impresión en toneles	800	IV	1
Almacenes en tiendas (media aproximada.	50	III	1	Colores para impresión en bidones	400	IV	1
Amianto. Objetos (ver "almc.n.c.")	-	-	-	Copos de patata	400	III	1
Aparatos caseros (electrodomésticos)	50	IV	1	Corchcs y objetos en corcho	200	III-IV	1
Aparatos eléctricos	40	III	1	Cosméticos	120	III	1
Aparatos electrónicos	-	III	1	Cuerdas	150	III	1
Aparatos (piezas sueltas metálicas para) (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Cuero	400	IV	1
Archivos (documentos de)	400	III	1	Cuero (objetos de)	150	IV	1
Arena	-	VI	-	Cuero sintético	400	III	1
Armas (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Cueto sintético (objeto de)	200	III	1
Artículos de imprenta en estanterías	400	III	1				
Artículos de imprenta sobre paletizadores	2000	III	1	Decorado de teatro y similares	250	III	1
Artículos dentales	80	III-IV	-	Desperdicios de madera	600	III	1
Asfalto en toneles (alquitrán)	800	IV	1	Desperdicios (trapos inflamables viejos)	800	II	2
Arts. Hechos con azúcar	200	IV	1	Desperdicios de papel en balas	500	III	1
Arts. tricotados (tejidos de punto)	150	IV	1	Disolventes	800	I	2
Automóviles (accesorios para)	40	III	1	Droguería	80	II	2
Azúcar	2000	IV	1				
				Electrodomésticos (ver aparatos caseros)			
Barnices (materias primas)	600	I	2	Enchapados	700	III	1
Barnices en Bidones (latas grandes)	400	II	2	Escayota (objetos de)(ver "alm.n.c.")	-	-	-
Barnices refinados	600	I	2	Escobas	100	III	1
Bebidas no alcohólicas (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Escombros de textiles (desechos, restos)	200	III	1
Betuneria	700	II	1	Espuma de caucho en bloques	600	III-IV	2
Bobinas de madera para cables	120	IV	1	Espuma de caucho en rollos, recortes y trocitos pequeños	300	III	2
Bramante o tramilla para embalajes	250	III-IV	1	Espuma sintética (artículos de)	180	III	1
Bramantes. cuerdas finas	260	III	1	Espuma sintética en rollos y recortes y trozos pequeños	220	III-IV	2
Brea	800	II	1	Espirituosos	200	II	2
				Esquis no apliados	400	IV	1
Cables (en bobinas de madera)	150	IV	1				
Café verde (fresco)	700	IV	1	Fibras de coco	300	III	1
Cajas de madera	150	IV	1	Fibras vegetales (esparto)	250	III	1
Calzados	100	III	1	Fieltro	200	III	1
Calzados (guarniciones para)	200	III	1	Flores artificiales	40	III	1
Camas y ropas de cama	120	III	1	Forros de pieles	800	III	1
Cámaras frigoríficas	80	IV	1	Frutas (ver "almacenajes n.c.")	-	-	-
Caña (artículos en)	50	III	1	Fuegos artificiales	200	(Ex) II	2
Canastas en mimbre	40	III	1				
Cañamo	300	IV	1	Galletas	200	III	1
Carbon	2500	IV	1	Gas líquido c.por litro	(6)	I	1
Caramelos	200	III	1	Gas líquido en botella	1500	(Ex) III	-
Carbon embotunado	500	III	1	Géneros de punto	300	III	1
Carbon (en hojas a pilas)	1000	III-IV	1	Granos	200	IV	1
Cartón (objeto de)	100	III	1	Grasas	4500	IV	1
Cartón ondulado	300	III	1	Grasas alimenticias	4500	IV	1
Caucho (objetos de)	1200	III	1	Grava	-	VI	1
Caucho en bruto	6800	III	1				
Celuloide	800	II	2	Harina en sacos	2000	III	1
Cemento	6	VI	1	Harina en silos	3600	IV	1

Almacenamientos	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat	Almacenamientos	qm Mcal/m <sup>2</sup>	c Fe (Ex)	Ra Cat
Heno en haces	250	III	2	Plumas para camas (para utensilios de casa)	60	III-IV	1
Hilo metálico no aislado (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Porcelana (objetos de) (ver "alm.n.c.")	-	-	-
Hilo metálico aislado	40	III	1	Ptos. aliment. almacén de materias primas	800	III	1
Hilo para tejidos	400	III	1	Productos alimenticios preparados	200	III	1
Hormas para conf. de calzado en madera o material sintético	400	IV	1	Ptos. para mantenimiento del calzado	500	II	1
Ho-migón (elementos en) (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Ptos. químicos esencialmente combustibles	320	II	2
Huevos	40	V	1	Ptos. químicos esencialmente no combustibles	40	IV	1
				Ptos. químicos combustibles y no combustibles mezclados	200	II	2
Jabón	1000	V	1	Productos químicos para laboratorio	120	II	2
Jaulas de madera para embalajes	160	IV	1	Productos para teñir (materias primas)	120	IV	1
Joyería (Artículos de) (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Ptos. para teñir (productos terminados)	50	III	1
Juquetes n.c.+c. Mezclado	200	III	1	Puertas de madera	420	IV	1
				Puertas en materias sintéticas	1000	IV	1
Lámparas de incandescencia (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Puntillas	150	III	1
Lanas	450	IV	1				
Leche en polvo	2500	IV	1	Quesos	600	V	1
Legumbres frescas (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Quincallería (ver "alm.n.c.")	-	-	-
Lencería	150	III	1				
Libros	500	IV	1	Radio (aparatos)	50	IV	1
Licores y espirituosos	-	-	-	Recipientes en material sintético	170	III	1
Lino	300	III	1	Recipientes de acumuladores en materia sintética	200	IV	1
Lúpulo	400	IV	1	Relojes en estuches o cajas	10	III	1
				Relojería, piezas para (ver "alm.n.c.")	-	-	-
Madera contrachapada	1000	IV	1	Rellenados (productos para) espuma sintética excluida	100	III	1
Madera en bruto	1500	IV	1	Resina sintética en toneles	1000	IV	1
Madera para hacer fuego	800	III	1	Resina sintética en placas	800	IV	1
Madera (objetos de)	300	IV	1	Revestimientos de suelos en materias orgánicas	1600	IV	1
Malta en silos	3200	IV	1				
Mantequilla	1000	IV	1	Sacos de yute	180	III	1
Máquinas (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Sacos de papel	3000	III	1
Máquinas para coser (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Sacos en material sintético (plástico)	6000	III	1
Máquinas lavadoras acumuladas	(10)	IV	1	Seda artificial (rayón)	400	III	1
Máquinas para oficinas (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Sederías	250	III	1
Masilla (ver zulaque de vidrieros)	-	-	-	Serrín (ver pelusa de madera)	-	-	-
Materiales de construcciones (media)	200	IV	1				
Materiales sintéticos (objetos de)	200	III	2	Tabaco en bruto	400	IV	1
Material de oficina	200	III	1	Tabaco manufacturado	500	III	1
Material para embalaje	240	III	1	Tejas en palets de madera	40	IV	1
Material eléctrico	80	III	1	Tejas en palets metálicos	0	VI	1
Materias sintéticas en bruto (excepto espumas)	1400	IV	1	Tejidos (textiles)	400	III	1
Materias sintéticas, espumas en bloque	300	II-IV	2	Tela de lino	300	III	1
Medicamentos	80	IV	1	Tela encerada	300	III	1
Melaza en toneles	1200	IV	1	Televisión (aparatos de)	50	IV	1
Metálicos (objetos) (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Textiles (tejidos y entramados)	250	III-IV	1
Motores eléctricos (ver "alm.n.c.")	-	-	-	Tocadiscos	50	IV	1
Muebles diversos no apilados	200	III	1	Toneles vacíos en madera	200	IV	1
Municiones para armas de mano	Ex	(Ex) II	2	Toneles vacíos de materiales sintéticos	200	III	1
				Tractores, no apilados	(40)	VI	1
				Trapos	200	III	1
Negro de humo en sacos	3000	IV	1	Tubos luminescentes (ver "alm.n.c.")	-	-	-
Neumáticos	440	III	1				
Nitratos (salitre)	20	II	1	Utensilios diversos (tienda o almacén de taller) (ver "alm.n.c.")	(25)	-	-
Nitrocelulosa (húmeda en toneles)	250	III	3	Ultramarinos (ver coloniales)	-	-	-
Paja	200	III	1				
Palets en madera	300	IV	1	Vendajes (productos para apósitos)	200	III	1
Papelería (abastos de)	200	III	1	Ventanas de madera	80	III	1
Papel (hojas de amontonados)	2000	IV	1	Ventanas en material sintético	80	III	1
Papel (objetos de)	250	III	1	Vestidos	100	III	1
Papel (rollos apilados horizontalmente)	2400	IV	1	Vidrio y artículos de vidriería (ver "alm.n.c.")	-	-	-
Papel (rollos apilados verticalmente)	2400	IV	1	Vigas y suelos en madera (ver también maderas)	1000	IV	1
Pastas alimenticias	400	III	1	Virutas de madera ensiladas	600	III	2
Pelo animal	150	IV	1				
Pajusa de madera	300	III	1	Yeso (ver escayola)	-	-	-
Persianas, celosías	60	IV	1	Yute	320	III	1
Pieles	300	IV-V	1				
Pilas secas	150	III	1	Zulaque de vidrieros	300	IV	1
Placas de conglomerado	1600	III	1				

### 3.- Observaciones

Si en la construcción y decoración del inmueble se emplearan cantidades apreciables de combustibles, la carga térmica que ello comportaría debe sumarse a la contenida en las tablas.

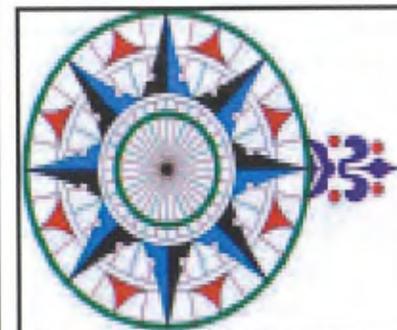
La carga térmica en el caso de almacenamiento lo es para cada metro de altura útil del almacén.

***Anexo 2. Mapa de ubicación de los hidrantes  
cercanos al Liceo Luis Dobles Segreda***



## *Anexo 3. Planos*

**Anexo 3. 1 Esquema actual de las instalaciones del Liceo Luis Dobles Segreda.**



**Proyecto:**

**Liceo Luis  
Dobles Segreda**

**Contenido:**

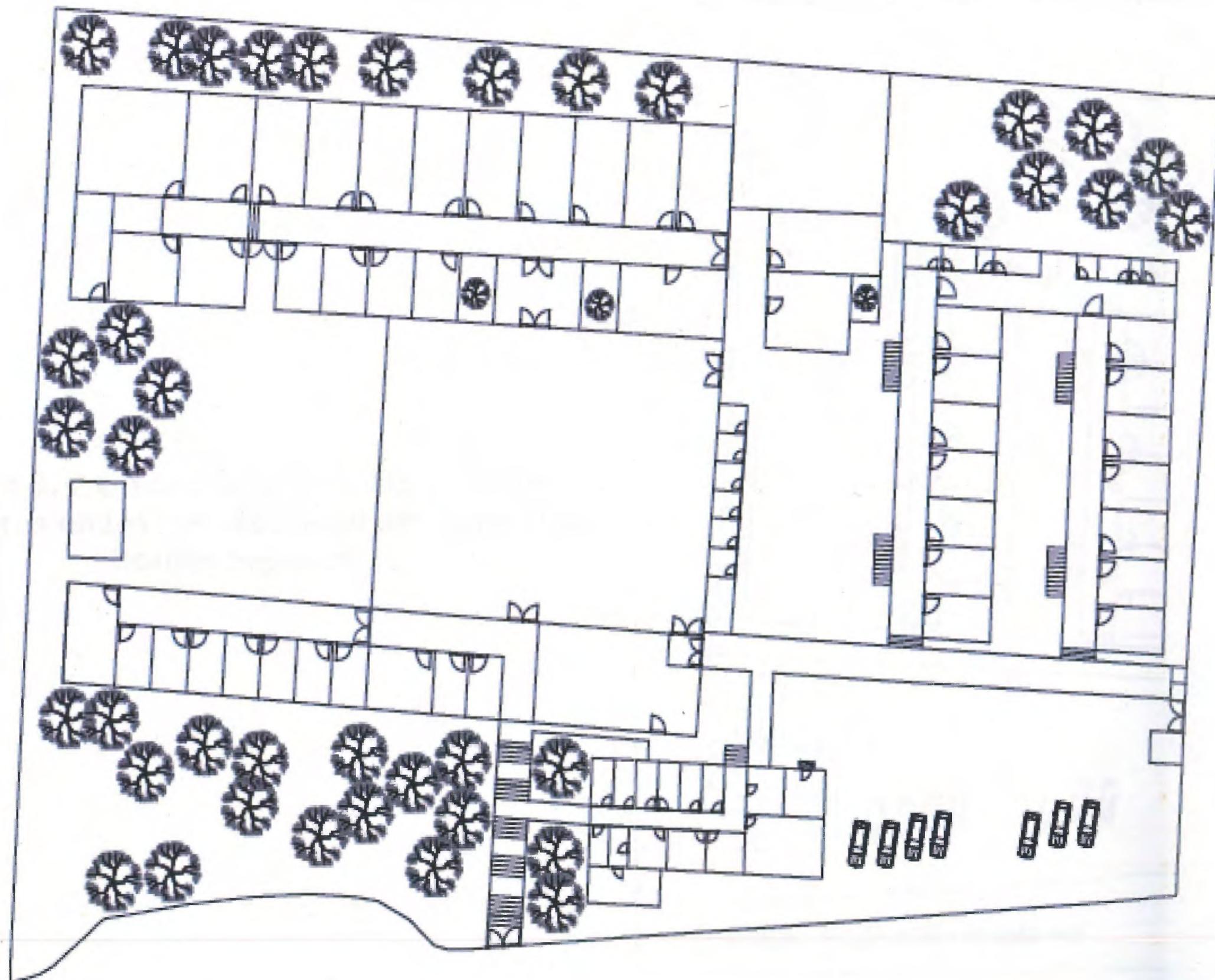
**Condiciones  
actuales**

**Diseño:**

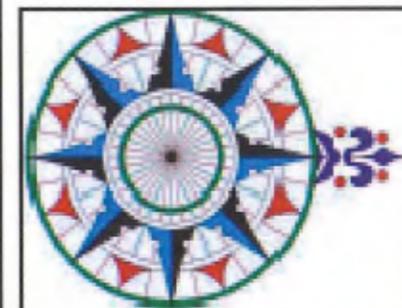
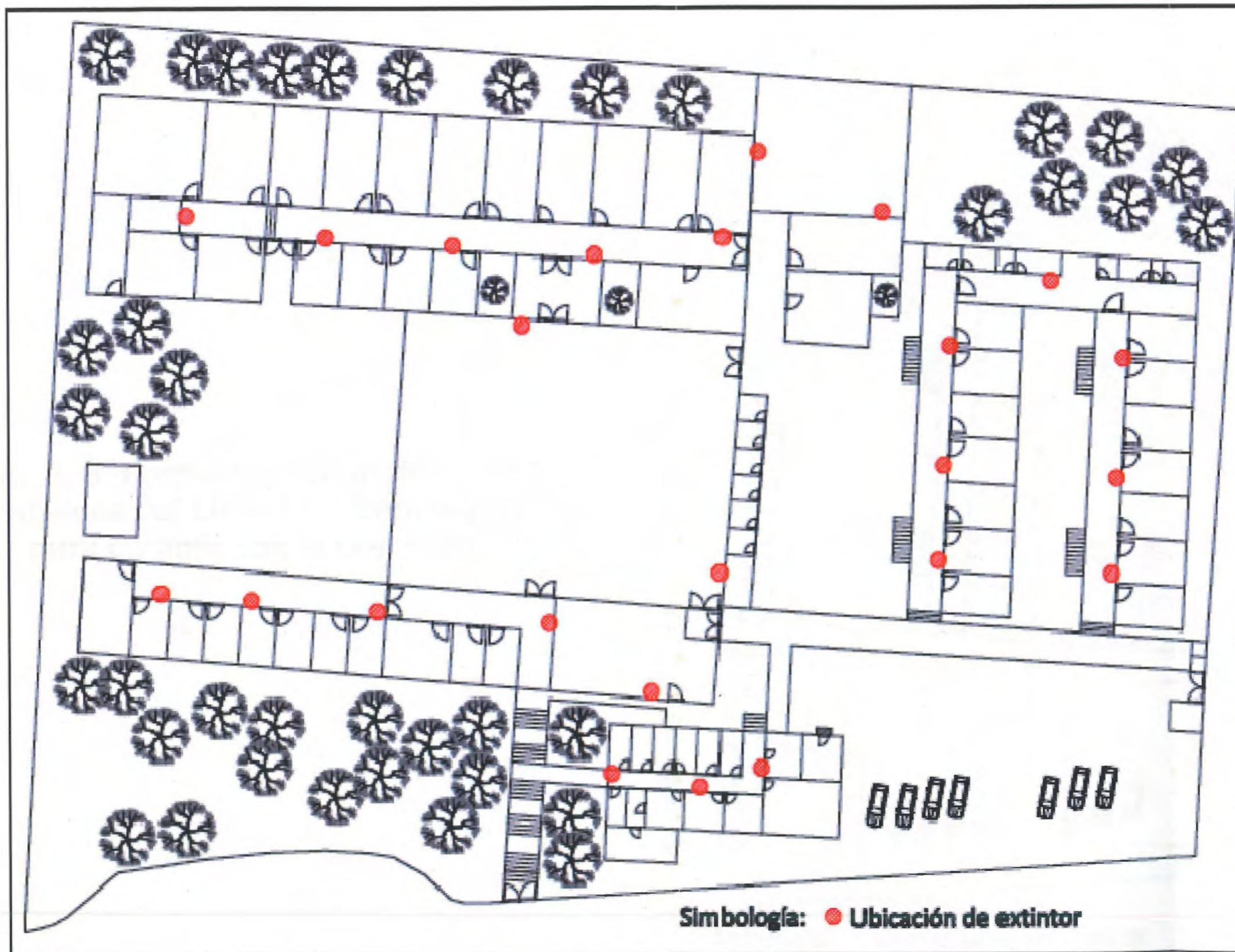
**Adrián Mora G.**

**Sin escala**

**1  
4**



**Anexo 3. 2 Ubicación propuesta para los  
extintores en las instalaciones del Liceo Luis  
Dobles Segreda.**



**Proyecto:**

**Liceo Luis  
Dobles Segreda**

**Contenido:**

**Ubicación  
propuesta para  
extintores**

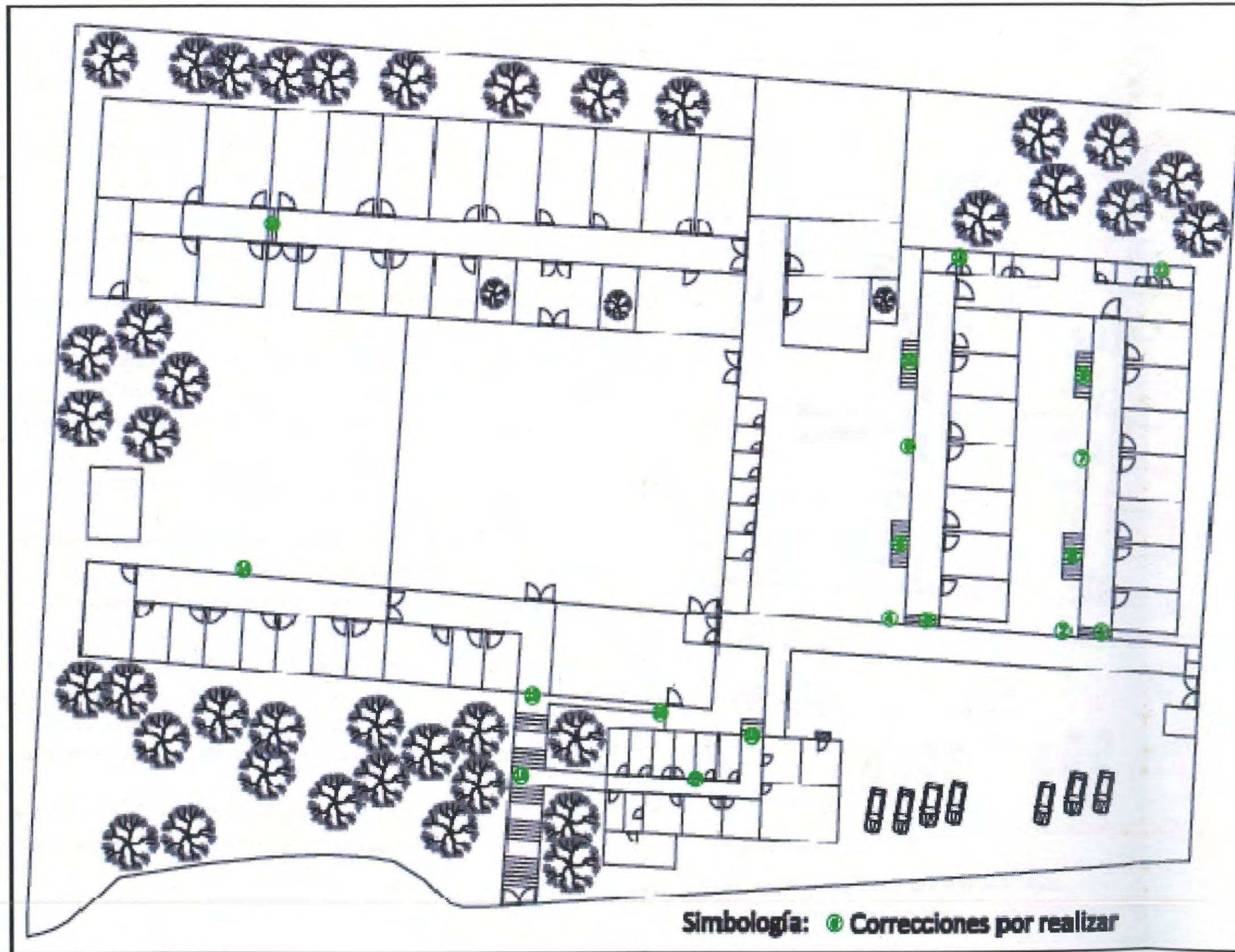
**Diseño:**

**Adrián Mora G.**

**Sin escala**

**2  
4**

**Anexo 3. 3 Propuestas de mejoras en las instalaciones del Liceo Luis Dobles Segreda para cumplir con la Ley 7600.**



**Proyecto:**  
**Liceo Luis Dobles Segreda**

**Contenido:**  
**Propuesta de mejora para cumplir Ley 7600**

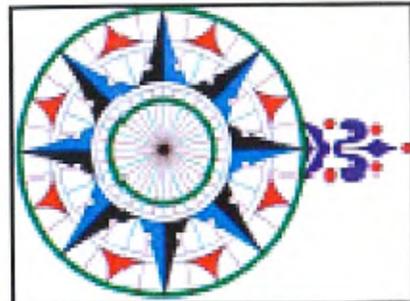
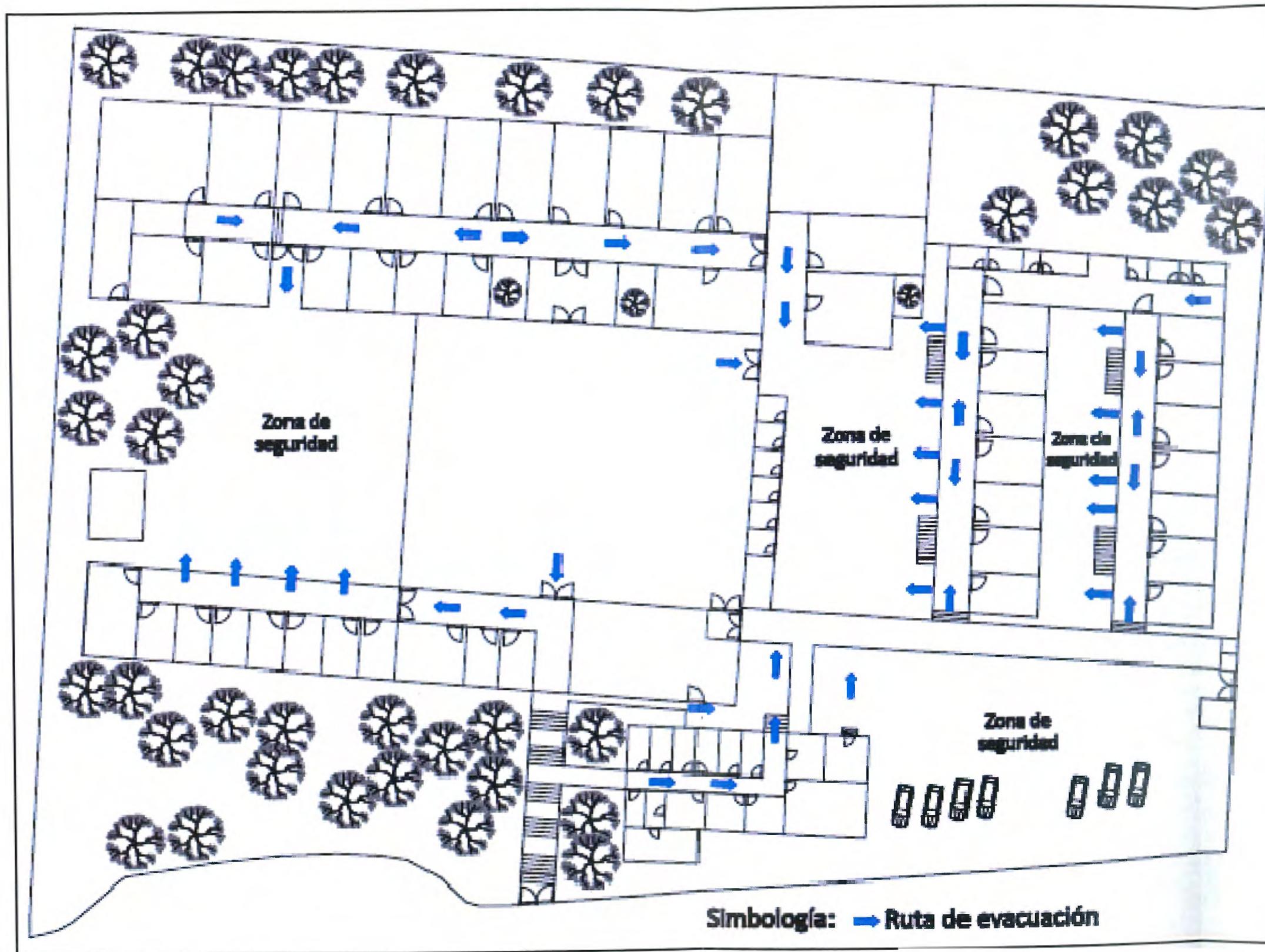
**Diseño:**  
**Adrián Mora G.**

<b>Sin escala</b>	<b>3</b>
	<b>4</b>

Detalle de mejoras a realizar:

1. Colocación de barandas a ambos lados de las escaleras y material antiderrapante.
2. Construcción de rampa para acceso de personas con discapacidad, con sus respectivas barandas.
3. Colocación de barandas a ambos lados de las escaleras y material antiderrapante.
4. Construcción de rampa para acceso de personas con discapacidad, con sus respectivas barandas.
5. Colocación de la baranda faltante en la escalera, así como material antiderrapante en la misma.
6. Colocación de la baranda faltante en la escalera, así como material antiderrapante en la misma.
7. Construcción de rampa para acceder a la zona de seguridad.
8. Construcción de rampa para acceder a la zona de seguridad.
9. Colocación de la baranda faltante en la escalera, así como material antiderrapante en la misma.
10. Colocación de la baranda faltante en la escalera, así como material antiderrapante en la misma.
11. Remodelación de la batería de servicios sanitarios, acorde con lo estipulado en la ley 7600.
12. Remodelación de la batería de servicios sanitarios, acorde con lo estipulado en la ley 7600.
13. Colocación de barandas a ambos lados de la escalera, material antiderrapante y construcción de rampa de acceso.
14. Colocación de rejilla que permita el libre transito de sillas de ruedas.
15. Eliminación de barrera de block de concreto.
16. Colocación de barandas a ambos lados de la escalera y construcción de rampa de acceso.
17. ampliación de las puertas y remodelación de la batería de servicios sanitarios para cumplir con la ley 7600.
18. Construcción de rampa de acceso al edificio administrativo.
19. Ampliación de pasillo existente, para facilitar el transito de discapacitados.

## **Anexo 3. 4 Rutas de evacuación en caso de emergencia.**



**Proyecto:**

**Liceo Luis  
Dobles Segreda**

**Contenido:**

**Rutas de  
evacuación en  
caso de  
emergencia**

**Diseño:**

**Adrián Mora G.**

**Sin escala**

**4**

**4**

*Anexo 4. Protocolo de Acción en caso de  
Emergencia.*

## **Protocolo de acción en caso de emergencia**

En caso de existir una emergencia, es de vital importancia estar preparados para afrontarla de manera tal, que se minimicen los riesgos para los ocupantes del inmueble afectado. Para conseguir esto, es importante contar con un protocolo estandarizado y conocido por los usuarios, para así, poder responder de manera optima durante el evento.

Para poder hacer frente a un incendio, es importante contar con un plan de emergencia. Un plan de emergencia se divide en tres etapas: preparación antes del evento, durante el evento y después del evento.

### ***Preparación antes del evento***

Una de las maneras más eficaces de combatir un incendio es mediante la prevención. Una adecuada prevención reduce el riesgo de inicio del fuego.

Algunas de las consideraciones a tomar antes de un incendio son las siguientes:

- Identificar las posibles amenazas de incendio y su gravedad
- Conocer los recursos para atención de emergencias con que se cuenta.
- Adecuar las instalaciones para una fácil evacuación y minimización de los peligros latentes.
- Designar puntos o zonas de seguridad para la reunión de los ocupantes del edificio.
- Organizar brigadas de evacuación, que ayuden a los ocupantes a movilizarse de manera adecuada.
- Identificación de personas con necesidades especiales, que requieran ayuda especial debido a su condición (personas con discapacidad).
- Organizar brigadas de control de incendio, que se encuentren capacitadas para manejo de equipo de extinción portátil (extintores portátiles).
- Tener en lugares visibles los números telefónicos de emergencia

- Hacer simulacros de evacuación, para mejorar el tiempo de respuesta de los ocupantes del inmueble y familiarizarlos con los pasos a seguir.

Para una evacuación se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Buen estado de puertas y escaleras
- Señalización de rutas de escape
- Bloqueo de rutas peligrosas y señalización de rutas alternas
- Asignación de responsabilidades
- Determinación de los sistemas de alerta, alarma y toma de operación.
- Localización adecuada de: extintores, altavoces, equipos contra incendios, botiquines de primeros auxilios.

## **Recomendaciones antes de un incendio**

Es importante tener en cuenta los siguientes requisitos para lograr un plan de evacuación efectivo y certero:

- Sensibilización de los estudiantes mediante la explicación y conceptualización de términos.
- Socialización y análisis de algunas experiencias de desastres ocurridos mediante la utilización de documentos, narraciones y videos.
- Establecer con los estudiantes los sitios vulnerables que representan peligro y pueden ocasionar emergencias (sitios de riesgo).
- Analizar las consecuencias y formas de actuar ante la presencia de un fenómeno natural, si se llegará a dar afectando la institución.
- Conocer y elaborar el mapa de evacuación de la institución con las vías de acceso en caso de la presencia de una emergencia o fenómeno natural.
- Analizar y elaborar normas de seguridad, sacando algunas recomendaciones para actuar con responsabilidad.
- Elaborar el directorio de profesionales que pueden prestar sus servicios (bomberos, policía, cruz roja, hospitales, ambulancias).

- Sistemas de comunicación, reservas de agua y adaptación de salidas para bombeo, dotación de una enfermería con todos los elementos necesarios para brindar los primeros auxilios ante una eventual emergencia.
- Gestionar recursos para planear y desarrollar un simulacro a través de las autoridades competentes (bomberos, defensa civil, policía).

### ***Acciones durante el evento***

La evacuación del inmueble consta de cuatro partes básicas:

1. **Detección:** Es la percepción de la señal de peligro tales como el calor, el humo, los ruidos, gritos sonidos, movimientos, etc.
2. **Alarma:** Debe ser muy confiable. El tiempo entre la percepción de riesgo y la señal de alarma debe ser lo más breve posible. Esta velocidad depende del acceso a la alarma y la preparación del personal para recibirla y responder a ésta.
3. **Preparación:** es el tiempo desde que se comunica la decisión de evacuación hasta que empieza a salir la primera persona. Su velocidad depende del entrenamiento del personal.
4. **Salida:** Esta etapa va desde que empieza a salir la primera persona hasta que sale la última. El tiempo de salida debe procurar abreviarse, ya que no siempre hay tiempo de llegar a un lugar de máxima seguridad.

Durante un incendio se debe de seguir los siguientes pasos:

- Esté atento del sonido de la alarma. En caso de detectar usted mismo el fuego, diríjase a la zona de seguridad respectiva, alertando a los demás ocupantes del edificio. Una vez en su zona de seguridad, proceda a dar parte al cuerpo de bomberos.
- Cada profesor o monitor en su aula debe ordenar la evacuación
- Cada grupo de estudiantes debe salir rápida y ordenadamente en una sola fila

- El estudiante mas cercano a la puerta debe de abrirla lo más rápidamente posible, asegurándola para que no se devuelva (es recomendable tener las puertas abiertas en todo momento)
- Las aulas en el segundo piso (pabellón 1 y 2), se deben de evacuar dos a la vez, una por cada escalera, comenzando por las mas cercanas a esta y continuando en forma consecutiva.
- Las aulas de los primeros pisos se deben evacuar a las zonas de seguridad que les corresponden, en línea recta y agruparse por aulas para facilitar el conteo por parte de los profesores.
- El personal administrativo, el director y los docentes que se encuentran en el edificio administrativo deben de evacuar a su zona designada de manera rápida y ordenada, verificando que nadie quede en el edificio.
- La autorización para que los estudiantes puedan regresar a las aulas lo establece la autoridad responsable, mediante una señal de retorno previamente establecida.

## **Recomendaciones durante una emergencia de incendio**

- Caminar rápido y no correr
- No devolverse por ningún motivo
- Antes de salir, verificar el estado de la vías
- En caso de incendio, mojar un pañuelo o tela y cubrirse la cara
- En caso de humo, desplazarse agachado
- No usar ascensores
- Cerrar las puertas después de salir
- Dar prioridad a las personas más delicadas
- Quitarse los zapatos de tacón alto
- Si tiene que refugiarse deje una señal
- En el colegio los estudiantes se deben dirigir a la zona seguridad
- En los edificios, la disciplina y el cumplimiento de las normas de seguridad son indispensables para garantizar el éxito de la evacuación.

## ***Acción después del evento***

Según se trate de un simulacro o un incendio, los estudiantes podrán evacuar hacia sus casas o a un sitio común de máxima seguridad, después del desastre o el simulacro de evacuación. Se debe de contar con brigadas de primeros auxilios en caso de requerir atención médica básica, o bien llamar al 911 para recibir ayuda por parte de la cruz roja local. La evaluación del proyecto se realizará de forma continua y permanente haciendo los ajustes pertinentes, para de esta manera localizar posibles fallos y corregirlos.

***Anexo 5. Presupuesto aproximado de las mejoras propuestas.***

Elemento	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
	Extintores instalados	unidad	23	₪ 63.000	₪ 1.449.000
	Señalización de emergencia	unidad	50	₪ 1.900	₪ 95.000
	Acabado antiderrapante	ml	600	₪ 4.150	₪ 2.490.000
	Barandas para escaleras y rampas	ml	83	₪ 15.000	₪ 1.245.000
Cuartos de baño	Ampliación de puertas	total	2	₪ 50.000	₪ 100.000
	Barandas	unidad	12	₪ 15.200	₪ 182.400
	Paredes livianas	total	1	₪ 150.000	₪ 150.000
Cielorrasos	Armadura	m2	2600	₪ 3.800	₪ 9.880.000
	Cortafuegos	ml	3000	₪ 3.000	₪ 9.000.000
	Gypsum	m2	2600	₪ 5.000	₪ 13.000.000
Expansión Pasillo biblioteca	materiales	total	1	₪ 75.000	₪ 75.000
	mano de obra	persona	2	₪ 100.000	₪ 200.000
Rampas de acceso	Block	m2	291	₪ 6.210	₪ 1.807.110
	Arena	m3	3	₪ 16.375	₪ 49.125
	Cemento	saco	20	₪ 6.100	₪ 122.000
	Piedra	m3	3	₪ 14.950	₪ 44.850
	Malla #4	unidad	7	₪ 21.230	₪ 148.610
	Acabados	m2	130	₪ 1.250	₪ 162.500
	Lastre compactado	m3	250	₪ 17.450	₪ 4.362.500
	Mano de obra	persona	2	₪ 50.000	₪ 100.000
Sistema de detección de fuego	Panel de control para detección	unidad	1	₪ 750.000	₪ 750.000
	Teclado alfanumérico	unidad	4	₪ 185.000	₪ 740.000
	Censor de Humo direccionable	unidad	140	₪ 57.500	₪ 8.050.000
	Estaciones Manuales	unidad	52	₪ 32.000	₪ 1.664.000
	Módulos de dirección	unidad	52	₪ 25.000	₪ 1.300.000
	Censor de temperatura fija y razón de incremento	unidad	12	₪ 11.300	₪ 135.600
	Conjunto Lámpara Bocina.	unidad	52	₪ 41.000	₪ 2.132.000
	Sirena de 30 Watts	unidad	4	₪ 11.750	₪ 47.000
	Batería de 12 V. 7 Amp/H	unidad	1	₪ 17.500	₪ 17.500
	Cable 16 de un Par	unidad	8	₪ 63.000	₪ 504.000
	Cable 22 de dos pares	unidad	4	₪ 55.350	₪ 221.400
	Instalación	total	1	₪ 4.665.000	₪ 4.665.000
TOTAL					₪ 37.666.400

***Anexo 6. Resultados de métodos luego de aplicadas las mejoras propuestas.***

## Anexo 6. 1 **Método de Meseri**

Factor	Pabellón 1 y 2	Administración	Este gimnasio	Gimnasio	Oeste gimnasio	Comedor	Soda
Factores generadores o agravantes (X)	107	89	88	121	88	90	93
Factores de construcción	18	13	12	17	12	11	11
Altura del edificio	3	3	3	1	3	3	3
Superficie del mayor sector de incendio	4	5	3	3	3	5	5
Resistencia al fuego de elementos constructivos	8	5	3	10	3	3	3
Falsos techos	3	0	3	3	3	0	0
Factores de situación	13	13	13	13	13	13	13
Distancia de los bomberos	10	10	10	10	10	10	10
Accesibilidad del edificio	3	3	3	3	3	3	3
Factores de proceso	33	24	25	38	25	25	28
Peligro de activación	10	5	5	10	5	5	5
Carga térmica	5	3	4	10	4	4	7
Inflamabilidad de los combustibles	5	3	3	5	3	3	3
Orden, limpieza y mantenimiento	10	10	10	10	10	10	10
Almacenamiento en altura	3	3	3	3	3	3	3
Factores de valor económico de los bienes	3	3	3	3	3	3	3
Concentración de valores	3	3	3	3	3	3	3
Factores de destructibilidad	34	28	25	40	25	28	28
Destructibilidad por calor	5	0	0	10	0	0	0
Destructibilidad por humo	10	10	10	10	10	10	10
Destructibilidad por corrosión	10	10	10	10	10	10	10
Destructibilidad por agua	9	8	5	10	5	8	8
Factores de propagabilidad	6	8	10	10	10	10	10
Propagación vertical	3	5	5	5	5	5	5
Propagación horizontal	3	3	5	5	5	5	5
Factores reductores y protectores (Y)	14	14	14	14	14	14	14
Instalación de protección contra incendios	10	10	10	10	10	10	10
Detección automática	4	4	4	4	4	4	4
Rociadores automáticos	0	0	0	0	0	0	0
Extintores portátiles	2	2	2	2	2	2	2
Bocas de incendio equipadas	0	0	0	0	0	0	0
Hidrantes exteriores	4	4	4	4	4	4	4
Organización de protección contra incendios	4	4	4	4	4	4	4
Equipos de intervención de incendios	0	0	0	0	0	0	0
Planes de emergencia	4	4	4	4	4	4	4
Riesgo de incendio $R = (5/129 * X + 5/32 * Y)$	6,33	5,64	5,6	6,88	5,6	5,7	5,8
<b>RESULTADO</b>	<b>Riesgo aceptable</b>						

## Anexo 6. 2 **Método de Gretener**

Factor	Pabellón 1 y 2	Administración	Este gimnasio	Gimnasio	Oeste gimnasio	Comedor	Soda
Q	1,20	1,40	1,10	1,00	1,10	1,30	1,50
C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
R	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
K	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
I	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,10	1,30
E	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
G	0,40	0,40	0,40	1,00	0,80	0,40	0,40
P	0,75	0,67	0,53	1,00	1,06	0,57	0,78
n1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
n2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
n3	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
n4	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
n5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
N	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
s1	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
s2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
s3	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
s4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
s5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
s6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
S	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76
f1	1,10	1,10	1,10	1,30	1,10	1,10	1,00
f2	1,10	1,00	1,00	1,15	1,00	1,00	1,00
f3	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
f4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F	1,45	1,32	1,32	1,79	1,32	1,32	1,20
M= N*S*F	0,82	0,74	0,74	1,01	0,74	0,74	0,68
B=P/M	0,92	0,90	0,71	0,99	1,42	0,77	1,15
A	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
R=B·A	0,78	0,77	0,60	0,84	1,21	0,65	0,98
P <sub>HE</sub>	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ru= 1,3P <sub>HE</sub>	1,17	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
g=Ra/R	1,50	1,69	2,15	1,55	1,08	1,99	1,33