

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL
EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL DE LA ESCUELA
POLITÉCNICA NACIONAL**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL**

ISAAC FERNANDO BALLADARES OÑA
isaac.fbo@hotmail.com

SUSAN ANDREA FEIJÓO BERMEO
susan_andfb@hotmail.com

DIRECTOR: ING. ALCIVAR TRAJANO RAMÍREZ HIDALGO
trajanoramirez@hotmail.com

Quito, septiembre 2012

DECLARACIÓN

Nosotros, Isaac Fernando Balladares Oña y Susan Andrea Feijóo Bermeo, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

ISAAC FERNANDO BALLADARES OÑA

SUSAN ANDREA FEIJÓO BERMEO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Isaac Fernando Balladares Oña y Susan Andrea Feijóo Bermeo, bajo mi supervisión.

Ing. Trajano Ramírez
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su infinito amor e infinita misericordia...

A mi familia, María Dolores, Fernando Gonzalo y Santiago Renato, por su amor y apoyo incondicional.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional, por haber hecho posible la realización de este proyecto.

A Trajano Ramírez, por su colaboración en el desarrollo del presente proyecto, por sus aportes y enseñanzas.

A Susan Andrea, por su contribución en la elaboración del proyecto y por su amistad.

A todas y todos los profesores, maestros, compañeros, amigos y demás personas, por sus enseñanzas y consejos que de alguna manera han contribuido a mi formación profesional y en especial como persona.

Isaac.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por iluminar cada paso de mi vida, luego a mis padres, hermanos y a toda mi familia.

Agradezco a mis profesores y compañeros por sus enseñanzas y momentos compartidos, así como también, al Ing. Trajano Ramírez por sus muy acertados aportes a este proyecto y sobre todo por compartir sus experiencias con nosotros.

A mi compañero Isaac por su comprensión y apoyo.

A todo el personal, alumnos y autoridades que desarrollan sus actividades en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, por su ayuda continua en el levantamiento de información para el presente trabajo.

Susan.

DEDICATORIA

A Dios, para su alanza y gloria...

A mi familia, como muestra de gratitud por todos sus esfuerzos brindados para mi formación profesional y como persona, y por todo su amor.

A todas y todos mis compañeros y amigos de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, amigos del propedéutico, profesores y maestros de la Escuela Politécnica Nacional, y a todas las personas que en la vida he conocido, como gratitud por sus aportes, enseñanzas y consejos.

A todas aquellas personas e instituciones que se guiarán en este proyecto, para la adecuada utilización de información presentada y consecuentes con la moral, orientada a la minimización de riesgos en el ambiente laboral y a salvaguardar la vida humana.

Isaac.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres; Susana Bermeo y Rogerio Feijóo, a mis hermanos; Alicia, Viviana, Elisa, Diana y Rogerio, y a toda mi familia, quienes han sido mi principal ejemplo e inspiración.

A mis abuelitos; Carlos Bermeo, Victoria Maza, Guillermina Apolo, Luis Enrique Feijóo, por su apoyo constante y valiosas enseñanzas de perseverancia, humildad y valentía.

Susan.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	VI
CONTENIDO	VIII
LISTADO DE TABLAS	XXII
LISTADO DE FIGURAS	XXIX
LISTADO DE GRÁFICOS	XXXI
LISTADO DE FOTOGRAFÍAS	XXXII
LISTADO DE ANEXOS	XXXIV
GLOSARIO	XXXVI
SIMBOLOGÍA O SIGLAS	XXXIX
RESUMEN	XL
ABSTRACT	XLII
PRESENTACIÓN	XLIV
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 ANTECEDENTES	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETOS	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5 ALCANCE	6
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	7
2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	7
2.1.1 PRINCIPALES FACTORES DE RIESGO	7
2.1.1.1 TIPOS DE RIESGOS	8
2.1.2 CAUSAS DE LOS ACCIDENTES	15
2.2 RIESGO DE INCENDIO	19
2.2.1 CLASIFICACIÓN DEL FUEGO	19

2.2.2	TIPOS DE AGENTES EXTINTORES	20
2.2.3	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO	23
2.2.4	MANTENIMIENTO Y RECARGA	24
2.2.5	NORMAS DE INSTALACIÓN DE EXTINTORES	26
2.3	EVALUACIÓN DEL RIESGO EN GENERAL	27
2.3.1	ANÁLISIS DE RIESGOS	27
2.3.1.1	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	28
2.3.1.2	ESTIMACIÓN DE RIESGOS	28
2.3.2	EVALUACIÓN DE RIESGOS	29
2.4	MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS EN UN EDIFICIO	29
2.4.1	MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT).....	30
2.4.2	MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS	31
2.4.3	METODOLOGÍA APELL	31
2.4.4	MÉTODO DE GREENER	32
2.4.5	MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA	33
2.4.6	GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 93	34
	(PRIMERA ACTUALIZACIÓN).....	34
2.4.6.1	REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL (RAI)	35
2.4.6.1.1	PROPÓSITO Y ENFOQUE	35
2.4.6.1.2	ETAPAS	36
2.4.6.2	ANÁLISIS DE DIFERENCIAS (GAP ANALYSIS).....	41
2.4.7	CONDICIONES AMBIENTALES Y LABORALES	41
2.5	MATERIALES PELIGROSOS Y SEÑALIZACIÓN	44
2.5.1	MATERIALES PELIGROSOS	44
2.5.1.1	SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS	44
2.5.2	SEÑALIZACIÓN	46
2.5.2.1	TIPOS GENERALES DE SEÑALIZACIÓN	46
2.5.2.2	COLORES DE SEGURIDAD DE LA SEÑALIZACIÓN Y SU SIGNIFICADO	47
2.5.2.3	DIMENSIONES DE LA SEÑALIZACIÓN	48

2.6	EMERGENCIA Y SISTEMA DE EVACUACIÓN	49
2.6.1	PLAN DE EMERGENCIA	49
2.6.1.1	DOCUMENTO 1: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO	50
2.6.1.2	DOCUMENTO 2: MEDIOS DE PROTECCIÓN	51
2.6.1.3	DOCUMENTO 3: PROTOCOLO DE ALARMA Y COMUNICACIONES PARA EMERGENCIAS	56
2.6.1.4	DOCUMENTO 4: EVACUACIÓN	60
2.6.1.5	DOCUMENTO 5: IMPLANTACIÓN	67
2.7	NORMATIVA VIGENTE	72
CAPÍTULO 3: SITUACIÓN ACTUAL DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL		76
3.1	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	76
3.1.1	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA BAJA	77
3.1.1.1	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	77
3.1.1.2	PERSONAL Y USUARIOS	77
3.1.1.3	ACCESOS	78
3.1.2	DESCRIPCIÓN DEL MEZZANINE	78
3.1.2.1	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	79
3.1.2.2	PERSONAL Y USUARIOS	79
3.1.2.3	ACCESOS	79
3.1.3	DESCRIPCIÓN DEL PRIMER PISO	80
3.1.3.1	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	80
3.1.3.2	PERSONAL Y USUARIOS	80
3.1.3.3	ACCESOS	81
3.1.4	DESCRIPCIÓN DEL SEGUNDO PISO	81
3.1.4.1	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	81
3.1.4.2	PERSONAL Y USUARIOS	82
3.1.4.3	ACCESOS	82
3.1.5	DESCRIPCIÓN DEL TERCER PISO	83
3.1.5.1	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	83
3.1.5.2	PERSONAL Y USUARIOS	83

3.1.5.3	ACCESOS	84
3.1.6	DESCRIPCIÓN DEL CUARTO PISO	84
3.1.6.1	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	84
3.1.6.2	PERSONAL Y USUARIOS	85
3.1.6.3	ACCESOS	85
3.1.7	DESCRIPCIÓN DEL QUINTO PISO	85
3.1.8	DESCRIPCIÓN DEL SEXTO PISO	86
3.1.8.1	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	86
3.1.8.2	PERSONAL Y USUARIOS	87
3.1.8.3	ACCESOS	87
3.1.9	DESCRIPCIÓN DE LA TERRAZA	87
3.2	INSPECCIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL DEL EDIFICIO	88
3.2.1	INSPECCIÓN EN LA PLANTA BAJA	88
3.2.2	INSPECCIÓN EN EL MEZZANINE	93
3.2.3	INSPECCIÓN EN EL PRIMER PISO	95
3.2.4	INSPECCIÓN EN EL SEGUNDO PISO	99
3.2.5	INSPECCIÓN EN EL TERCER PISO	102
3.2.6	INSPECCIÓN EN EL CUARTO PISO	105
3.2.7	INSPECCIÓN EN EL QUINTO PISO	107
3.2.8	INSPECCIÓN EN EL SEXTO PISO	107
3.2.9	INSPECCIÓN EN LA TERRAZA	110
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA		113
4.1	DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO Y SUS POSIBLES CAUSAS	113
4.1.1	LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	113
4.1.1.1	TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA	115
4.1.1.2	RUIDO	116
4.1.1.3	ILUMINACIÓN	119
4.1.1.4	RADIACIÓN IONIZANTE	122
4.1.2	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	123

4.1.2.1	MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT), DE ESPAÑA	124
4.1.2.2	MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS	128
4.1.2.3	METODOLOGÍA APELL	129
4.1.2.3.1	FORMATO PARA LA MATRIZ DE RIESGOS (40%)	130
4.1.2.3.2	FORMATO PARA LA MATRIZ DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE (20%).....	135
4.1.2.3.3	FORMATO PARA LA MATRIZ DE ASPECTOS AMBIENTALES (20%)	137
4.1.2.3.4	FORMATO PARA LA MATRIZ DE OTROS ASPECTOS (20%)	138
4.1.2.4	ESTIMACIÓN Y VALORACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE EL MÉTODO DE GREENER	140
4.1.2.4.1	SIMBOLOGÍA	141
4.1.2.4.2	TIPOS DE EDIFICACIONES	142
4.1.2.4.3	EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO (B)	144
4.1.2.4.4	RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO (R).....	154
4.1.2.4.5	RIESGO DE INCENDIO ACEPTADO (Ru).....	154
4.1.2.4.6	NIVEL DE SEGURIDAD CONTRA EL INCENDIO (γ)	156
4.1.2.4.7	DESARROLLO DE CÁLCULOS	157
4.1.2.5	MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA	158
4.1.3	OBTENCIÓN DE RESULTADOS	159
4.2	CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DE USUARIOS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	160
4.2.1	CAPACIDAD DE OCUPACIÓN SEGÚN LA NORMATIVA	160
4.2.2	CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DEL EDIFICIO	162
4.3	MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIO	162
4.3.1	EXTINTORES EN FUNCIÓN DE LA CARGA TÉRMICA EN EL EDIFICIO	163

4.3.2	BOCA DE INCENDIO Y CISTERNA	165
4.3.3	DETECTORES DE HUMO	166
4.3.4	SISTEMAS DE ALARMAS	167
4.4	SEÑALIZACIÓN	168
4.4.1	SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA	169
4.4.2	SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN	170
4.4.3	SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN	171
4.4.4	SEÑALIZACIÓN PARA EMERGENCIA	172
4.4.5	SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN	173
4.4.6	SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN	175
4.5	MEDIDAS DE EMERGENCIA	177
4.5.1	LÁMPARAS DE EMERGENCIA	177
4.5.2	BOTIQUINES DE PRIMEROS AUXILIOS	178
4.6	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)	178
4.7	DESARROLLO DEL PLAN DE EMERGENCIA	179
4.7.1	DOCUMENTO 1: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO	179
4.7.1.1	RIESGO POTENCIAL	179
4.7.1.2	EVALUACIÓN DEL RIESGO	180
4.7.1.3	PLANOS DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	180
4.7.2	DOCUMENTO 2: MEDIOS DE PROTECCIÓN	181
4.7.2.1	INVENTARIO DE MEDIOS TÉCNICOS	181
4.7.2.2	INVENTARIO DE MEDIOS HUMANOS	181
4.7.2.2.1	EQUIPO DE ALARMA Y EVACUACIÓN	181
4.7.2.2.2	EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS	182
4.7.2.2.3	EQUIPO DE PRIMERA INTERVENCIÓN	182
4.7.2.2.4	EQUIPO DE SEGUNDA INTERVENCIÓN	182
4.7.2.2.5	JEFE DE EMERGENCIA	183
4.7.2.2.6	JEFE DE ALARMA Y EVACUACIÓN	183
4.7.2.2.7	JEFE DE PRIMEROS AUXILIOS	183
4.7.2.2.8	JEFE DE INTERVENCIÓN	183
4.7.2.3	PLANOS DEL EDIFICIO POR PLANTAS	183

4.7.3	DOCUMENTO 3: PROTOCOLO DE ALARMA Y COMUNICACIONES PARA EMERGENCIAS	184
4.7.3.1	DETECCIÓN DE LA EMERGENCIA	184
4.7.3.2	APLICACIÓN DE LA ALARMA	184
4.7.3.3	ESQUEMAS OPERACIONALES PARA EL DESARROLLO DEL PLAN	185
4.7.3.4	COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL	185
4.7.3.5	ACTUACIÓN DURANTE LA EMERGENCIA, ACTUACIÓN ESPECIAL Y DE REHABILITACIÓN DE EMERGENCIA	185
4.7.4	DOCUMENTO 4: EVACUACIÓN	186
4.7.5	DOCUMENTO 5: IMPLANTACIÓN	187
	CAPÍTULO 5: CÁLCULOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	189
5.1	DESARROLLO DE LAS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	189
5.1.1	MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES Y LABORALES	189
5.1.1.1	TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA	189
5.1.1.2	RUIDO	193
5.1.1.3	ILUMINACIÓN	198
5.1.1.4	RADIACIÓN IONIZANTE	200
5.1.2	MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT).....	204
5.1.2.1	EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	204
5.1.2.2	EDIFICIOS ALEDAÑOS AL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	220
5.1.3	MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS	226
5.1.4	METODOLOGÍA APELL	232
5.1.4.1	MATRIZ DE RIESGOS (40%).....	232
5.1.4.2	MATRIZ DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE (20%).....	248
5.1.4.3	MATRIZ DE ASPECTOS AMBIENTALES (20%)	251
5.1.4.4	MATRIZ DE OTROS ASPECTOS (20%).....	252

5.1.5	ESTIMACIÓN Y VALORACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE EL MÉTODO DE GREENER	255
5.1.5.1	TIPO DE EDIFICACIÓN	255
5.1.5.2	EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO (B)	256
5.1.5.2.1	CARGA DE INCENDIO MOBILIARIA Q_m : (FACTOR q) (UNIDAD: MJ/m ²)	256
5.1.5.2.2	CARGA TÉRMICA INMOBILIARIA Q_i : (FACTOR i)	258
5.1.5.2.3	NIVEL DE LA PLANTA RESPECTO A LA ALTURA ÚTIL DEL EDIFICIO E : (FACTOR e)	258
5.1.5.2.4	SUPERFICIE DEL COMPARTIMENTO CORTAFUEGO “AB” Y SU RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA “l:b”: (FACTOR g)	258
5.1.5.2.5	PELIGRO POTENCIAL (P)	259
5.1.5.3	MEDIDAS DE PROTECCIÓN (M)	259
5.1.5.3.1	MEDIDAS NORMALES (N): (FACTORES n_1, n_2, n_3, n_4, n_5)	259
5.1.5.3.2	MEDIDAS ESPECIALES (S): (FACTORES $s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6$)	260
5.1.5.3.3	MEDIDAS DE PROTECCIÓN INHERENTES A LA CONSTRUCCIÓN (F): (FACTORES f_1, f_2, f_3, f_4)	263
5.1.5.4	RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO (R)	265
5.1.5.5	RIESGO DE INCENDIO ACEPTADO (R_u)	265
5.1.5.6	NIVEL DE SEGURIDAD CONTRA EL INCENDIO	266
5.1.5.7	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN	266
5.1.6	MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA	271
5.2	DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DE USUARIOS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	280
5.2.1	CÁLCULO DE OCUPACIÓN DE USUARIOS	281
5.2.2	CÁLCULO DE PERSONAS FLOTANTES	285
5.2.3	OCUPACIÓN TOTAL DE PERSONAS	289
5.3	DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIO	292

5.3.1	CÁLCULO DE EXTINTORES EN FUNCIÓN DE LA CARGA TÉRMICA EN EL EDIFICIO	293
5.3.2	DETERMINACIÓN DE LA BOCA DE INCENDIO Y DISEÑO DE LA CISTERNA.....	303
5.3.3	CÁLCULO DE DETECTORES DE HUMO	306
5.3.4	DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ALARMAS	308
5.4	DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN	310
5.4.1	DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA.....	310
5.4.2	DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN.....	313
5.4.3	DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN	317
5.4.4	DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN PARA EMERGENCIA	321
5.4.5	DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN	324
5.4.6	DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN.....	327
5.5	DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE EMERGENCIA.....	332
5.5.1	CÁLCULO DE LÁMPARAS DE EMERGENCIA.....	332
5.5.2	BOTIQUINES DE PRIMEROS AUXILIOS.....	335
5.6	DETERMINACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	335
	(EPP).....	335
CAPÍTULO 6: MANUAL DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL		340
6.1	DESARROLLO DEL PLAN DE EMERGENCIA	340
6.1.1	DOCUMENTO 1: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO..	340
	.....	340
6.1.1.1	RIESGO POTENCIAL	340
6.1.1.1.1	ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN EL EDIFICIO Y/O SERVICIOS CON EL NÚMERO DE PERSONAS QUEINTERVIENEN	340
6.1.1.1.2	TIPO, ÁREA OCUPADA Y AÑOS DE CONSTRUCCIÓN.....	345
6.1.1.1.3	MAQUINARIA, EQUIPOS, SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE COMBUSTIÓN, Y DEMÁS ELEMENTOS GENERADORES DE POSIBLES INCENDIOS,	

	EXPLOSIONES, FUGAS, DERRAMES, ENTRETROS	346
6.1.1.1.4	MATERIA PRIMA USADA Y DESECHOS GENERADOS	351
6.1.1.1.5	MATERIALES PELIGROSOS USADOS	353
6.1.1.1.6	SITUACIÓN DE LOS ACCESOS, ANCHURA DE LAS VÍAS PÚBLICAS O PRIVADAS, ACCESIBILIDAD DE VEHÍCULOS DE BOMBEROS, ETC	353
6.1.1.1.7	UBICACIÓN DE MEDIOS EXTERIORES DE PROTECCIÓN: HIDRANTES, ETC	357
6.1.1.1.8	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO, ENTRE ELLAS: VÍAS DE EVACUACIÓN, SECTORES DE INCENDIO, RESISTENCIA AL FUEGO (RF) DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES, ETC	357
6.1.1.1.9	NÚMERO MÁXIMO DE PERSONAS A EVACUAR EN CADA ÁREA CON EL CÁLCULO DE OCUPACIÓN SEGÚN LOS CRITERIOS DE LA NORMATIVA VIGENTE	359
6.1.1.1.10	BREVE DESCRIPCIÓN DE EMPRESAS, EDIFICIOS, INDUSTRIAS, ENTRE OTRAS ORGANIZACIONES ALEDAÑAS O CERCANAS QUE PUEDAN GENERAR AMENAZAS PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	360
6.1.1.1.11	FACTORES NATURALES ALEDAÑOS O CERCANOS QUE PUEDAN GENERAR AMENAZAS PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	363
6.1.1.2	EVALUACIÓN DEL RIESGO	365
6.1.1.3	PLANOS DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	365
6.1.2	DOCUMENTO 2: MEDIOS DE PROTECCIÓN	366
6.1.2.1	INVENTARIO DE MEDIOS TÉCNICOS	366

6.1.2.1.1	PANELES DE DETECCIÓN, PULSADORES, ALARMAS U OTROS (DETALLE DE CANTIDAD, DISPOSITIVO, UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MISMOS)	366
6.1.2.1.2	SISTEMAS PARA EVACUACIÓN DE HUMOS	369
6.1.2.1.3	EXTINTORES (CANTIDAD, AGENTE EXTINTOR, UBICACIÓN, EFICACIA, CAPACIDAD, ETC.)	370
6.1.2.1.4	ESCALERAS DE EVACUACIÓN Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA	374
6.1.2.1.5	SISTEMAS FIJOS DE EXTINCIÓN (HIDRANTES Y GABINETES CONTRA INCENDIOS)	379
6.1.2.1.6	SEÑALIZACIÓN DE TODO LO ANTERIOR	379
6.1.2.1.7	BOTIQUINES DE PRIMEROS AUXILIOS	380
6.1.2.2	INVENTARIO DE MEDIOS HUMANOS	381
6.1.2.2.1	EQUIPO O BRIGADA DE ALARMA Y EVACUACIÓN (E.A.E.)	381
6.1.2.2.2	EQUIPO O BRIGADA DE PRIMEROS AUXILIOS (E.P.A.)	384
6.1.2.2.3	EQUIPOS DE PRIMERA INTERVENCIÓN (E.P.I.)	385
6.1.2.2.4	EQUIPO DE SEGUNDA INTERVENCIÓN (E.S.I.)	387
6.1.2.2.5	JEFE DE EMERGENCIA (J.E.)	387
6.1.2.2.6	JEFE DE ALARMA Y EVACUACIÓN (J.A.E.)	388
6.1.2.2.7	JEFE DE PRIMEROS AUXILIOS (J.P.A.)	388
6.1.2.2.8	JEFE DE INTERVENCIÓN (J.L.)	388
6.1.2.3	PLANOS DEL EDIFICIO POR PLANTAS	388
6.1.3	DOCUMENTO 3: PROTOCOLO DE ALARMA Y COMUNICACIONES PARA EMERGENCIAS	389
6.1.3.1	DETECCIÓN DE LA EMERGENCIA	389
6.1.3.2	APLICACIÓN DE LA ALARMA	392
6.1.3.2.1	PROTOCOLOS DE OPERACIÓN	392
6.1.3.2.2	TIPOS DE ALARMAS	411
6.1.3.2.3	ESQUEMA OPERACIONAL DE ACTUACIÓN	412

6.1.3.2.4	COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL.....	414
6.1.3.2.5	ACTUACIÓN ESPECIAL	416
6.1.3.2.6	ACTUACIÓN DE REHABILITACIÓN DE EMERGENCIA	416
6.1.3.2.7	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO, CONTINUIDAD O REFORMULACIÓN	417
6.1.4	DOCUMENTO 4: EVACUACIÓN	420
6.1.4.1	DECISIONES DE EVACUACIÓN.....	420
6.1.4.1.1	EVACUACIÓN TOTAL.....	420
6.1.4.1.2	EVACUACIÓN PARCIAL	421
6.1.4.1.3	EVACUACIÓN INSITU.....	421
6.1.4.1.4	OTROS CRITERIOS PARA EVACUAR.....	421
6.1.4.2	VÍAS DE EVACUACIÓN Y SALIDAS DE EMERGENCIA ...	422
6.1.4.2.1	PROCEDIMIENTOS PARA LA EVACUACIÓN.....	422
6.1.4.3	MAPA DE EVACUACIÓN.....	426
6.1.5	DOCUMENTO 5: IMPLANTACIÓN.....	426
6.1.5.1	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN	427
6.1.5.2	CARTELES INFORMATIVOS.....	428
6.1.5.3	PROGRAMACIÓN DE CAPACITACIÓN Y MANTENIMIENTO	429
6.1.5.4	PROGRAMACIÓN DE SIMULACROS	433
6.1.5.5	RESPONSABILIDAD DEL PLAN DE EMERGENCIA.....	443
6.1.5.6.	ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA.....	444
6.1.5.7.	PROGRAMA DE IMPLANTACIÓN.....	444
6.1.5.8.	INVESTIGACIÓN DE SINIESTROS	444
6.1.5.9	RELACIONES CON LOS VISITANTES.....	444
6.1.5.10	LEGALIZACIÓN.....	445
6.2	DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	445
6.2.1	OBJETIVO GENERAL	446
6.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	446
6.2.3	ALCANCE	446
6.2.4	CONTENIDO.....	447

6.2.4.1	INFORMACIÓN GENERAL DE SEGURIDAD	447
6.2.4.1.1	INTRODUCCIÓN	447
6.2.4.1.2	RESPONSABILIDADES	448
6.2.4.1.3	ANTECEDENTES	450
6.2.4.1.4	POLÍTICA DE SEGURIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	451
6.2.4.1.5	INFORMACIÓN DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL.....	451
6.2.4.1.6	MECANISMO DE INFORMACIÓN.....	453
6.2.4.1.7	COMUNICACIONES Y CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN	471
6.2.4.1.8	SEGUIMIENTO Y CONTROL DE CUMPLIMIENTO	471
6.2.4.1.9	REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN	471
6.2.4.1.10	NORMATIVA.....	471
6.2.4.1.11	VOCABULARIO	472
6.2.5	PROGRAMAS.....	474
6.2.5.1	PROGRAMA PARA LABORATORIOS.....	474
6.2.5.1.1	CON EQUIPOS DE PRESIÓN.....	474
6.2.5.1.2	CON GASES COMPRIMIDOS.....	475
6.2.5.1.3	CON HORNOS DE SECADO Y MUFLAS	475
6.2.5.1.4	CON EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	476
6.2.5.1.5	CON EQUIPOS EMISORES DE LÁSER; RAYOS X; U.V.; I.R.....	477
6.2.5.2	PROGRAMA DE MANEJO, ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS	478
6.2.5.3	PROGRAMA DE RESPUESTAS A EMERGENCIAS DE DERRAME QUÍMICO	482
6.2.5.4	PROGRAMA DE SEGURIDAD PARA RIESGO ELÉCTRICO.....	483
6.2.5.5	PROGRAMA PARA USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	485

6.2.5.6	PROGRAMA DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS (CONTRA INCENDIO, DE EMERGENCIAS, DE LABORATORIOS Y ÁREAS TÉCNICAS).....	489
6.2.5.7	PROGRAMA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS	490
6.2.5.8	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN.....	492
6.2.5.9	PROGRAMA DE ORDEN Y LIMPIEZA	495
6.2.5.10	PROGRAMA DE EMERGENCIAS	497
6.2.6	RECOMENDACIONES	515
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		517
7.1	CONCLUSIONES	517
7.2	RECOMENDACIONES.....	527
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		530
ANEXOS		535

LISTADO DE TABLAS

TABLA 2.1: SIGNIFICADO DE LOS COLORES USADOS EN LA SEÑALIZACIÓN	47
TABLA 2.2: TIPOS DE SEÑALIZACIÓN Y SUS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS	47
TABLA 2.3: TIPOS DE SIMULACROS	69
TABLA 4.1: NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO	117
TABLA 4.2: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE RUIDO (IESS)	117
TABLA 4.3: VALORES RECOMENDADOS PARA EL ÍNDICE NR	119
TABLA 4.4: NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS Y SIMILARES	120
TABLA 4.5: MATRIZ DE NIVELES DE RIESGO	126
TABLA 4.6: CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES	126
TABLA 4.7: EDIFICACIONES ALEDAÑAS AL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	128
TABLA 4.8: GRAVEDAD PARA LA VIDA (V_i)	131
TABLA 4.9: GRAVEDAD PARA EL MEDIO AMBIENTE (M)	131
TABLA 4.10: GRAVEDAD PARA LA PROPIEDAD. COSTO DEL DAÑO (SALARIO MÍNIMO MENSUAL LEGAL) (P)	132
TABLA 4.11: VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN (V_e)	132
TABLA 4.12: PROBABILIDAD DE QUE EL RIESGO SUCEDA (P)	133
TABLA 4.13: FORMATO: MATRIZ DE RIESGOS	134
TABLA 4.14: FORMATO: MATRIZ DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE	135
TABLA 4.15: PORCENTAJE ASIGNADO A LA MATRIZ DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE	136
TABLA 4.16: FORMATO: MATRIZ DE ASPECTOS AMBIENTALES	137
TABLA 4.17: PORCENTAJE ASIGNADO A LA MATRIZ DE ASPECTOS AMBIENTALES	138

TABLA 4.18: SEGÚN SEA LA RELACIÓN: ÁREAS DE AMORTIGUAMIENTO/ÁREA DE ESTABLECIMIENTO	138
TABLA 4.19: SEGÚN EL USO DEL SUELO DEL SITIO DE UBICACIÓN	139
TABLA 4.20: SEGÚN EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA SISMO-RESISTENTE	139
TABLA 4.21: EVALUACIÓN DEL RIESGO	140
TABLA 4.22: REFERENCIAS PARA DETERMINAR EL TIPO DE CONSTRUCCIÓN	143
TABLA 4.23: FACTORES DE PELIGROS INHERENTES AL CONTENIDO Y AL EDIFICIO	144
TABLA 4.24: CARGA DE INCENDIO INMOBILIARIA (i).....	146
TABLA 4.25: VALORES PARA EDIFICACIONES DE UNA PLANTA Y SÓTANOS	147
TABLA 4.26: EDIFICIO DE VARIAS PLANTAS	148
TABLA 4.27: TAMAÑO DEL COMPARTIMIENTO CORTAFUEGO	148
TABLA 4.28: MEDIDAS NORMALES	150
TABLA 4.29: MEDIDAS ESPECIALES	151
TABLA 4.30: MEDIDAS DE PROTECCIÓN INHERENTES A LA CONSTRUCCIÓN	153
TABLA 4.31: CLASIFICACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS.	155
TABLA 4.32: HOJA DE CÁLCULO – MÉTODO DE GREENER	157
TABLA 4.33: CAPACIDAD DE OCUPACIÓN SEGÚN LA NORMATIVA	161
TABLA 4.34: UBICACIÓN DE EXTINTORES ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA POR EXTINTOR (m ²) Y RECORRIDO HASTA EXTINTORES (m).....	164
TABLA 4.35: PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE HIDRANTES CONTRA INCENDIO	166
TABLA 4.36: DIMENSIONES PARA EL DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE SALIDA CON TEXTO	173
TABLA 4.37: DIMENSIONES PARA EL DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE RUTAS DE EVACUACIÓN	174

TABLA 5.1: MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA – PLANTA BAJA	191
TABLA 5.2: VALORES DEL NIVEL SONORO	194
TABLA 5.3: VALORES DEL NIVEL SONORO A DISTINTAS BANDAS	194
TABLA 5.4: MEDICIÓN DEL NIVEL SONORO	197
TABLA 5.5: RANGOS DE VALORES DE ILUMINACIÓN DE ACUERDO A LA NORMATIVA	198
TABLA 5.6: MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN – PLANTA BAJA	199
TABLA 5.7: ÁREAS CON DEFICIENTE ILUMINACIÓN	200
TABLA 5.8: DOSIS DE EXPOSICIÓN ANUAL DE RADIACIÓN	203
TABLA 5.9: MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT – PLANTA BAJA .	205
TABLA 5.10: RESULTADOS DE LA MATRIZ GENERAL DE RIESGO DEL INSHT – NIVELES DE RIESGO DE LAS PLANTAS DEL EDIFICIO	220
TABLA 5.11: MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT – DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NUCLEARES	221
TABLA 5.12: RESULTADOS DE LA MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT – NIVELES DE RIESGO DE LOS EDIFICIOS ALEDAÑOS AL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	226
TABLA 5.13: MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS – SEGUNDO PISO	227
TABLA 5.14: VALORACIÓN MÍNIMA Y MÁXIMA DE LOS PARÁMETROS DE GRAVEDAD METODOLOGÍA APELL	232
TABLA 5.15: VALORACIONES DE LA PRIORIDAD (Pr)	233
TABLA 5.16: MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA	235
TABLA 5.17: MATRIZ DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE (20%) PLANTA BAJA	249
TABLA 5.18: MATRIZ DE ASPECTOS AMBIENTALES (20%) PLANTA BAJA .	251
TABLA 5.19: CÁLCULO DE LA RELACIÓN ENTRE EL ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO Y EL ÁREA DEL ESTABLECIMIENTO	252
TABLA 5.20: OTROS ASPECTOS (20%) PARA TODOS LOS PISOS DEL EDIFICIO	254
TABLA 5.21: RESULTADOS DE LA METODOLOGÍA APELL	254

TABLA 5.22: CARGAS DE INCENDIO MOBILIARIAS PARA ÁREAS ESPECÍFICAS (AULA 405, AULA 301, SECRETARÍA GENERAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL, BIBLIOTECA, DEPARTAMENTO DE SISMOLOGÍA Y LABORATORIO DE FÍSICA) DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL.....	256
TABLA 5.23: RESISTENCIA AL FUEGO DE MUROS DE HORMIGÓN SIN REVESTIR	264
TABLA 5.24: HOJA DE CÁLCULO DE GREENER – VARIANTE PROPUESTA	269
TABLA 5.25: HOJA DE CÁLCULO DE GREENER – VARIANTE PROPUESTA RENTABLE	270
TABLA 5.26: MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA – SEGUNDO PISO	272
TABLA 5.27: CALIFICACIÓN DE ORDEN Y LIMPIEZA – SEGUNDO PISO	276
TABLA 5.28: RANGOS DE PUNTAJE PARA CADA CATEGORÍA – SEGUNDO PISO	278
TABLA 5.29: PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE ORDEN Y LIMPIEZA PARA CADA ÁREA DEL SEGUNDO PISO	279
TABLA 5.30: PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE ORDEN Y LIMPIEZA ...	280
TABLA 5.31: HORARIO DE CLASES – MEZZANINE MATERIA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL	281
TABLA 5.32: HORARIO DE CLASES – MEZZANINE LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL	282
TABLA 5.33: HORARIO DE CLASES – MEZZANINE – AULA M12	282
TABLA 5.34: HORARIO DE CLASES – MEZZANINE – AULA M18	283
TABLA 5.35: OCUPACIÓN (PERSONAS) – MEZZANINE	283
TABLA 5.36: CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DEL MEZZANINE (m ² /persona) ..	284
TABLA 5.37: CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL (m ² /persona).....	285
TABLA 5.38: FLUJO DE PERSONAS DEL 6 DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2011 - MEZZANINE	287
TABLA 5.39: FLUJO DE PERSONAS DEL 7 DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2011 – MEZZANINE	288

TABLA 5.40: OCUPACIÓN TOTAL DE PERSONAS PARA CADA PLANTA DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	289
TABLA 5.41: OCUPACIÓN EN EL MOMENTO DE EVACUACIÓN (P) DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	290
TABLA 5.42: NÚMERO Y ANCHO MÍNIMO DE SALIDAS Y ESCALERAS PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	290
TABLA 5.43: ANCHO DE GRADAS Y SALIDAS DE EMERGENCIA EN FUNCIÓN DE LA OCUPACIÓN ACUMULADA EN EL MOMENTO DE EVACUACIÓN DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	292
TABLA 5.44: NÚMERO DE EXTINTORES POR ÁREA DE LA PLANTA BAJA - NFPA 10.....	294
TABLA 5.45: NÚMERO DE EXTINTORES DE LA PLANTA BAJA PARA ÁREAS ACUMULADAS	297
TABLA 5.46: NÚMERO DE EXTINTORES PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL DE ACUERDO AL MERCADO	298
TABLA 5.47: ÁREAS DE RIESGO DE INCENDIO ALTO EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	304
TABLA 5.48: DIMENSIONES ACTUALES Y PROPUESTAS DE LA CISTERNA – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	305
TABLA 5.49: CÁLCULO DEL NÚMERO DE DETECTORES DE HUMO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	306
TABLA 5.50: SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	311
TABLA 5.51: SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	313
TABLA 5.52: SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	317
TABLA 5.53: SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	321
TABLA 5.54: SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL.....	325

TABLA 5.55: SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	328
TABLA 5.56: CÁLCULO DEL NÚMERO DE LÁMPARAS DE EMERGENCIA – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	332
TABLA 5.57: PERSONAL QUE LABORA EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	336
TABLA 5.58: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LAS TAREAS ESPECÍFICAS REALIZADAS EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	338
TABLA 5.59: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LA EVACUACIÓN EN CASO DE UNA EMERGENCIA DE INCENDIO PARA EL PERSONAL DE PLANTA DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	339
TABLA 6.1: ACTIVIDADES DESARROLLADAS Y PERSONAS QUE LABORAN EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL (AÑO 2011)	341
TABLA 6.2: TIPO Y AÑOS DE CONSTRUCCIÓN Y ÁREA OCUPADA	345
TABLA 6.3: APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (AÑO 2011)	346
TABLA 6.4: MATERIA PRIMA Y DESECHOS GENERADOS(AÑO 2011)	351
TABLA 6.5: MATERIALES PELIGROSOS (AÑO 2011).....	353
TABLA 6.6: ACCESOS, PASILLOS Y VÍAS EN EL EDIFICIO (AÑO 2011).....	354
TABLA 6.7: CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO (AÑO 2011)	357
TABLA 6.8: MEDIOS TÉCNICOS DISPONIBLES (AÑO 2011).....	366
TABLA 6.9: MEDIOS TÉCNICOS NECESARIOS (AÑO 2011).....	367
TABLA 6.10: MEDIOS NECESARIOS DE EVACUACIÓN DE HUMO RECOMENDADOS	370
TABLA 6.11: NÚMERO DE EXTINTORES DISPONIBLES (AÑO 2011)	371
TABLA 6.12: NÚMERO DE EXTINTORES NECESARIOS A SER INSTALADOS	372
TABLA 6.13: ESCALERAS DE EVACUACIÓN Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA DISPONIBLES	375
TABLA 6.14: LÁMPARAS DE EMERGENCIA NECESARIAS A SER INSTALADAS	377

TABLA 6.15: BOTIQUINES DE PRIMEROS AUXILIOS DISPONIBLE(AÑO 2011)..	380
.....	380
TABLA 6.16: EQUIPO O BRIGADA DE ALARMA Y EVACUACIÓN	382
TABLA 6.17: EQUIPO O BRIGADA DE PRIMEROS AUXILIOS	385
TABLA 6.18: EQUIPO O BRIGADA DE PRIMERA INTERVENCIÓN	386
TABLA 6.19: EQUIPO O BRIGADA DE SEGUNDA INTERVENCIÓN	387
TABLA 6.20: INFORMACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA	414
TABLA 6.21: REGISTRO DEL PERSONAL AFECTADO EN CASO DE EMERGENCIA	417
TABLA 6.22: REGISTRO DE EVALUACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA PARA SU MANTENIMIENTO O REFORMULACIÓN	420
TABLA 6.23: REGISTRO PARA EVALUACIÓN DEL SIMULACRO	437
TABLA 6.24: BANDAS Y CHALECOS IDENTIFICATIVOS PARA LOS JEFES DE BRIGADAS Y BRIGADISTAS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	439
TABLA 7.1: COMPARACIÓN DE LA NORMATIVA UTILIZADA EN EL PRESENTE PROYECTO	522

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 2.1: COMPONENTES GLOBALES DEL MÉTODO APELL	31
FIGURA 2.2: SEÑALIZACIÓN PARA MATERIALES PELIGROSOS, DE LA NFPA 704	45
FIGURA 2.3: SEÑALIZACIÓN PARA MATERIALES PELIGROSOS, CÓDIGO HMIS	45
FIGURA 2.4: DIAGRAMA DE ACTUACIÓN EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE EMERGENCIA	58
FIGURA 2.5: TIEMPO DE INTERVENCIÓN EN EMERGENCIAS	62
FIGURA 2.6: TIEMPO DE EVACUACIÓN	63
FIGURA 4.1: CONDICIONES DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN	121
FIGURA 4.2: EDIFICACIONES ALEDAÑAS AL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	127
FIGURA 4.3: PONDERACIÓN DE DAÑOS EN FUNCIÓN DE LA PROBABILIDAD (Pb) Y DE LA PRIORIDAD (Pr).....	134
FIGURA 4.4: DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA	170
FIGURA 4.5: DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN	171
FIGURA 4.6: DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN	171
FIGURA 4.7: DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN CONTRA INCENDIO	172
FIGURA 4.8: DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE SALIDA CON TEXTO	174
FIGURA 4.9: DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE RUTAS DE EVACUACIÓN	174
FIGURA 4.10: DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN	176
FIGURA 4.11: DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN PARA BATERÍAS HIGIÉNICAS.....	176
FIGURA 5.1: RANGOS DE VALORES DE TEMPERATURA (°C) Y HUMEDAD RELATIVA (%)	190
FIGURA 5.2: CURVAS ISO-DOSIS (DENSÍMETRO NUCLEAR A NIVEL DEL SUELO).....	202
FIGURA 5.3: RUTA DE INTERVENCIÓN DEL CB-DMQ A LA EPN	262
FIGURA 6.1: TRIÁNGULO DE LA VIDA	394

FIGURA 6.2: TÉCNICA DROP, COVER AND HOLD ON	395
FIGURA 6.3: ESQUEMA OPERACIONAL DE ACTUACIÓN EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE EMERGENCIA LA GRAVEDAD DE EMERGENCIA	413

LISTADO DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1: DIAGRAMA DE CURVAS NR (NOISE RATING) DE EVALUACIÓN DE RUIDO.....	118
GRÁFICO 5.1: DIAGRAMA DE CURVAS NR (NOISE RATING) DE EVALUACIÓN DE RUIDO, INCLUIDOS LOS VALORES DE RUIDO DEL PUNTO 1, EN FUNCIÓN DE LAS OCTAVAS DE BANDA	196

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 3.1: MÁQUINA UNIVERSAL EN EL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES.....	89
FOTOGRAFÍA 3.2: MANCHAS DE ACEITE SOBRE EL PISO - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	89
FOTOGRAFÍA 3.3: SEÑALIZACIÓN - CUARTO DEL DENSÍMETRO NUCLEAR	90
FOTOGRAFÍA 3.4: TOMACORRIENTE SIN PROTECCIÓN - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	91
FOTOGRAFÍA 3.5: SEÑALIZACIÓN - LABORATORIO DE HORMIGÓN	91
FOTOGRAFÍA 3.6: MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	92
FOTOGRAFÍA 3.7: OBSTÁCULOS EN PASILLOS	92
FOTOGRAFÍA 3.8: BATERÍAS HIGIÉNICAS DE LA PLANTA	93
FOTOGRAFÍA 3.9: SEÑALIZACIÓN - LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL	94
FOTOGRAFÍA 3.10: TOMACORRIENTE SIN PROTECCIÓN EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL	95
FOTOGRAFÍA 3.11: MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS - LABORATORIO DE FÍSICA	96
FOTOGRAFÍA 3.12: CILINDROS DE GLP EN EL LABORATORIO DE FÍSICA ..	96
FOTOGRAFÍA 3.13: CONTENEDOR DE MATERIAL RADIOACTIVO EN EL LABORATORIO DE FÍSICA	97
FOTOGRAFÍA 3.14: SEÑALIZACIÓN DEL LABORATORIO DE ESPECTROSCOPIA	98
FOTOGRAFÍA 3.15: CABLES EXPUESTOS EN EL PASILLO PRINCIPAL DEL PRIMER PISO	98
FOTOGRAFÍA 3.16: INGRESO A LA SECRETARÍA DEL DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	100
FOTOGRAFÍA 3.17: TOMACORRIENTE SIN PROTECCIÓN EN LA OFICINA DE LA UNIDAD DE VINCULACIÓN CON EL MEDIO EXTERNO	100

FOTOGRAFÍA 3.18: ORDEN Y LIMPIEZA - ÁREA DE ARCHIVOS	101
FOTOGRAFÍA 3.19: CABLES EXPUESTOS EN LAS AULAS	102
FOTOGRAFÍA 3.20: MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS Y DE EMERGENCIA - BIBLIOTECA JORGE MONCAYO	103
FOTOGRAFÍA 3.21: PANEL DE BREAKERS SIN PROTECCIÓN	103
FOTOGRAFÍA 3.22: FISURAS Y HUMEDAD EN EL TUMBADO	104
FOTOGRAFÍA 3.23: TOMACORRIENTES SIN PROTECCIÓN EN EL AULA	409
.....	105
FOTOGRAFÍA 3.24: FUENTES RADIATIVAS DE ESTRONCIO 90 Y URANIO 2 - LABORATORIO DE FÍSICA	106
FOTOGRAFÍA 3.25: RECIPIENTES DE BUTANO/PROPANO - LABORATORIO DE FÍSICA	106
FOTOGRAFÍA 3.26: MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS – PASILLOS	108
FOTOGRAFÍA 3.27: PASILLO DEL ALA ESTE OBSTACULIZADO	109
FOTOGRAFÍA 3.28: ORDEN Y LIMPIEZA - DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA	109
FOTOGRAFÍA 3.29: ORDEN Y LIMPIEZA EN LA TERRAZA	111
FOTOGRAFÍA 3.30: CUARTO DONDE SE LLEVAN A CABO ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE LOS ASCENSORES	111
FOTOGRAFÍA 3.31: GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA	112

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO No.1: TIPOS DE RIESGO.....	536
ANEXO No.2: FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL-2011.....	540
ANEXO No.3: MAPA USO DE SUELO PRINCIPAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	561
ANEXO No.4: OFICIO CIV-2010-018 SISMO - RESISTENCIA EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL EPN.....	563
ANEXO No.5: CARGAS TÉRMICAS MOBILIARIAS Y FACTORES DE INFLUENCIA PARA DIVERSAS ACTIVIDADES	566
ANEXO No.6: NORMATIVA CAPACIDAD DE OCUPACIÓN.....	577
ANEXO No.7: CÁLCULO DE EXTINTORES EN UNA INDUSTRIA EN FUNCIÓN DE LA CARGA TÉRMICA	581
ANEXO No.8: MEDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA....	586
ANEXO No.9: MEDICIONES DE NIVEL SONORO	593
ANEXO No.10: MEDICIONES DE ILUMINACIÓN	606
ANEXO No.11: MEDICIONES DE DOSIS DE RADIACIÓN.....	615
ANEXO No.12: MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	627
ANEXO No.13: MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT – EDIFICIOS ALEDAÑOS AL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL.....	680
ANEXO No.14: MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS	693
ANEXO No.15: METODOLOGÍA APELL	731
ANEXO No.16: MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA	791
ANEXO No.17: CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL.....	840
ANEXO No.18: CÁLCULO DE EXTINTORES EN FUNCIÓN DE LA CARGA TÉRMICA	882
ANEXO No.19: MAPAS.....	896
ANEXO No.20: INVENTARIO DE PRODUCTOS QUÍMICOS DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL	961

ANEXO No.21: FORMULARIOS970

GLOSARIO

Actos Inseguros: son las fallas, olvidos, errores u omisiones que hacen las personas al realizar un trabajo, tarea o actividad y que pudieran ponerlas en riesgo de sufrir un accidente.

Ambiente Acústico: condición física relacionada a la temperatura corporal del individuo y temperatura ambiente, que rodea al individuo en su lugar de trabajo, afectando su desempeño positiva o negativamente.

Ambiente Térmico: condición física relacionada a los niveles acústicos en el lugar de trabajo, que afecta el desempeño del individuo positiva o negativamente.

Amenaza: peligro potencial de que las vidas o los bienes materiales humanos sufran un perjuicio o daño.

Área de Amortiguamiento: superficie de propiedad de la organización cuya función es atenuar los efectos de posibles accidentes (zonas de patios, zonas verdes, áreas libres, entre otros).

Células Cortafuegos: son compartimentos cuya superficie no excede de 200 m² y tiene una resistencia al fuego de al menos 30 minutos (F30).

Compartimientos Cortafuegos: es una parte del edificio, separada del conjunto por medio de paredes, suelos, techos y cierres, de manera que, en caso de iniciarse en él un incendio, éste quede limitado, con toda probabilidad al compartimento y que una propagación del fuego a locales, pisos o partes de edificios vecinos previsiblemente, no pueda tener lugar. La superficie de un compartimento cortafuego en un edificio o parte de éste es aquella limitada por fachadas o elementos interiores resistentes al fuego.

Contaminantes Ambientales: agentes físicos, químicos o biológicos que en determinada forma y concentración pueden ser o son nocivos para la salud y pueden ser perjudiciales para la vida vegetal y animal.

Emisión Atmosférica: es la descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de éstos, proveniente de una fuente fija en un lugar determinado e inamovible o móvil susceptible de desplazarse.

Estructura Portante: aquella estructura que proporciona soporte a un edificio, en especial a su techo. Está constituido por paredes, dinteles, pilares.

Factor de Riesgo: Elemento agresor o contaminante sujeto a valoración, que actúa sobre el trabajador o los medios de producción, y hace posible la presencia del riesgo y lo potencializa. Pueden ser de tipo humano, organizacional y tecnológico.

Humedad Relativa: tipo de humedad que se basa en el cociente entre la presión actual del vapor del aire y la saturación de la presión del vapor.

Microclima: conjunto de condiciones atmosféricas y climáticas uniformes en un espacio muy reducido.

Peligro: fuente, situación o acto con el potencial de daño en términos de lesiones o enfermedades, o la combinación de ellas.

Plan de Emergencia: es la respuesta integral que involucra a toda la Empresa con el compromiso de directivos y empleados en permanente acción para responder oportuna y eficazmente con las actividades correspondientes al *antes*, *durante* y *después* de una emergencia.

Radiación: es la energía que se propaga en forma de ondas electromagnéticas. Alguna se produce de forma natural, como la radiación solar, y otra se produce artificialmente.

Residuos (desechos): denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales, restos, residuos o basuras no peligrosas, originados por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que pueden ser sólidos o semisólidos, putrescibles o no putrescibles.

Riesgo: Probabilidad de que suceda un accidente o que se manifieste una enfermedad profesional, debido a una condición de trabajo o un acto subestándar.

Riesgo aceptable: Riesgo que ha sido reducido a un nivel que puede ser tolerado por la organización, teniendo en cuenta sus obligaciones legales y su propia política de Seguridad y Salud Ocupacional.

Ruido: está constituido por el conjunto de sonidos no deseados, fuertes, desagradables o inesperados.

Seguridad Industrial: prevenir los accidentes de trabajo y sus consecuencias sobre la integridad psicofísica de todas las personas que desarrollan su actividad

en la compañía, evitando daños a la propiedad, al proceso y al medio ambiente. Estado deseable de las personas frente a los riesgos (actitud positiva contra el accidente, tácticas y estrategias para evitar el accidente). Es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria; parte del supuesto de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión.

Sustancias peligrosas: son todas las sustancias, que pueden estar en cualquiera de los estados de agregación de la materia, sólida, líquida, gaseosa, que sean capaces de causar daño a las personas, las cosas y al medio ambiente.

SIMBOLOGÍA O SIGLAS

- APELL:** Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level.
- BIES:** Bocas de Incendio Equipadas.
- CB-DMQ:** Cuerpo de Bomberos – Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador).
- CCE:** Comisión de las Comunidades Europeas.
- CEA:** Clasificación de materiales y mercancías según su riesgo de incendio.
- CENTC 169:** Comité Técnico 169 del Comité Europeo Normalizador.
- DOFA:** Debilidades, Oportunidades, Fuerzas, Amenazas.
- DOT:** Department of Transportation.
- HMIS:** Hazardous Materials Identification System.
- IEA:** International Energy Agency.
- INEN:** Instituto Ecuatoriano De Normalización.
- INSHT:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de España.
- ISO:** International Organization for Standardization.
- ISTAS:** Instituto Sindical de Trabajo, Salud y Ambiente.
- l.p.m.:** Litros por minuto.
- NFPA:** National Fire Protection Association.
- NTP:** Norma Técnica de Portugal / Notas Técnicas de Prevención (España).
- UE:** Unión Europea.
- UN:** Naciones Unidas.
- OACI:** Organización de Aviación Civil Internacional.
- OIT:** Organización Internacional del Trabajo.
- OMI:** International Maritime Organization.
- OHSA:** Occupational Safety and Health Administration.
- RTE:** Reglamento Técnico Ecuatoriano.
- RUC:** Registro Único de Contribuyentes (Ecuador).

RESUMEN

El enfoque que tiene el presente proyecto es diagnosticar, analizar y evaluar la situación actual del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental en cuanto a la temática de seguridad industrial, utilizando metodologías como: Matriz general de riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, Matriz de tareas específicas, Metodología Apell, Método Gretener y Matriz de orden y limpieza, con el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo así como de minimizar el riesgo existente.

La recopilación de información del edificio en estudio se realizó considerando cada área o compartimento de los pisos que lo constituyen, desde la planta baja hasta la terraza, en función de los tipos de las actividades que se desarrollan y de los aspectos a considerados en las metodologías antes mencionadas.

Los principales parámetros a evaluar en función de la normativa aplicable por cada piso del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental fueron: temperatura y humedad relativa, ruido, iluminación y radiación ionizante. Además, se consideró de interés realizar la determinación de la capacidad de ocupación del edificio en función de los horarios de labores del personal, horarios de clases de alumnos y profesores, así como del área ocupada por estas personas.

Luego de evaluar los resultados obtenidos a través de la metodología planteada se concluyó que es necesario implantar un Plan de Emergencia y elaborar un Manual del Sistema de Seguridad Industrial para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, con la finalidad de disminuir el riesgo identificado, precautelar la vida de quienes laboran, así como de los bienes materiales existentes en este. Por lo tanto, dentro del desarrollo del presente plan de titulación se determinaron medidas de prevención contra incendio, medidas de emergencia, así como también se diseñó la señalización a ser implementada y finalmente se identificó el equipo de protección personal a ser utilizado por los usuarios del edificio en sus lugares de trabajo y en caso de evacuación.

Adicionalmente, existe la necesidad de establecer una política de seguridad en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, la cual deberá ser aprobada por las autoridades competentes y difundida entre quienes desarrollan sus actividades en el edificio.

ABSTRACT

The approach to this project is to diagnose, analyze and assess the current situation of the building of Civil and Environmental Engineering regarding the issue of industrial safety, using methodologies such as: general risk matrix of the National Institute of Health and Safety at Work Spain, Matrix of specific tasks, Apell Methodology, Gretener Method and Housekeeping Matrix, with the aim of improving working conditions and minimize the risk.

The collection of information of the building under study was made considering each area or compartment floors that constitute it, from the ground floor to the roof, depending on the types of activities that develop and the aspects considered in the methodologies described above.

The main parameters to be evaluated according to the law applicable in each floor of Civil and Environmental Engineering building were: temperature and relative humidity, noise, light and ionizing radiation. It was also considered of interest to undertake the determination of the carrying capacity of the building in terms of staff work schedules, class schedules of students and teachers as well as the area occupied by these people.

Then evaluate the results obtained through the proposed methodology, concluded that it is necessary to implement an emergency plan and develop an Industrial Security Manual for the building of Civil and Environmental Engineering, in order to reduce the identified risk, safeguard the life of who work here and material goods existing in this. Therefore, in the development of this plan were determined degree fire prevention measures, emergency measures, and also designed the signage to be implemented and finally identified the personal protective equipment to be used by users the building in their workplaces and in case of evacuation.

Additionally, there is a need to establish a security policy in the building of Civil and Environmental Engineering, which must be approved by the competent authorities and distributed to those who develop their activities in the building.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de identificar los riesgos existentes en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental y poder así generar un Manual del Sistema de Seguridad Industrial, con la finalidad de garantizar las condiciones adecuadas para todos quienes laboran y realizan sus actividades en este. Lo cual permitirá crear una cultura de prevención y responsabilidad en los usuarios.

El edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional se construyó aproximadamente en el año 1980 y actualmente no existen planes de emergencia diseñados o implementados. Dentro del edificio se llevan a cabo las actividades de personal docente, administrativo, de investigación y de servicios. Las instalaciones del edificio constan de los siguientes pisos: planta baja, mezzanine, primer piso al sexto piso y la terraza.

La estructura del estudio desarrollado en función de los objetivos planteados se menciona a continuación:

Dentro del Capítulo 1 “Introducción y objetivos” se presenta la introducción al estudio, sus objetivos, justificación y antecedentes.

En el Capítulo 2 “Metodología” se incluyen los fundamentos teóricos para todo el desarrollo del plan de titulación como: tipos de riesgos, definición de accidente e incidente, evaluación del riesgo en general, métodos de evaluación de los riesgos en un edificio, materiales peligrosos y señalización, emergencia y sistemas de evacuación.

La recopilación de información realizada en el edificio se detalla en el Capítulo 3 “Situación actual del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”, donde se describe cada piso y se menciona información obtenida de la inspección.

El Capítulo 4 “Metodología” contiene siete puntos de interés donde destacan los siguientes: la determinación de la metodología para el análisis y evaluación del riesgo y sus posibles causas, capacidad de ocupación de usuarios del edificio y medidas para prevención contra incendio, medidas de emergencia, señalización y plan de emergencia.

Dentro del Capítulo 5 “Cálculos y discusión de resultados” se presenta el desarrollo de todas las metodologías utilizadas y otros cálculos realizados a partir del capítulo anterior.

Finalmente, en el Capítulo 6 “Manual del Sistema de Seguridad Industrial” se presenta el desarrollo tanto del Plan de Emergencia como del propio manual y dentro del Capítulo 7 las conclusiones y recomendaciones de todo el proyecto.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN

La seguridad industrial, en general, dentro de los predios universitarios debería considerarse una meta a nivel institucional y de cada una de las facultades de la Escuela Politécnica Nacional, utilizando todos los recursos a su alcance para diseñar, implantar y mantener un sistema de seguridad que garantice condiciones adecuadas para todos quienes laboran y realizan sus actividades en esta institución.

Al constituir fuentes de accidentes e incidentes los errores humanos, las condiciones inseguras, las acciones inherentes de las tareas, el medio ambiente y el entorno, es de vital importancia analizar y evaluar las principales causas que los producen, para prevenir afectaciones al recurso humano que labora o visita el edificio y al recurso físico, minimizando las amenazas presentes. El objetivo que persigue la implantación de un Sistema de Seguridad Industrial es reducir a límites aceptables el riesgo de los usuarios dentro de los edificios, en condiciones normales de utilización de estos.

De igual forma, la línea a seguir para desarrollar un Sistema de Seguridad Industrial debe ir de la mano con el cumplimiento de las leyes, normas y reglamentos establecidos por ministerios u organizaciones tanto a nivel nacional como internacional.

Un Sistema de Seguridad Industrial no constituye una herramienta única ni final, pero si permite reducir considerablemente la probabilidad de tener un accidente y lograr un mejor manejo de situaciones de emergencia, al seguir sus procedimientos y recomendaciones, más aún cuando se lo ha elaborado después de obtener las conclusiones finales de la aplicación de la metodología para la evaluación cualitativa y cuantitativa de riesgos en el edificio, como las empleadas en el presente trabajo (Matriz general de riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, Matriz de tareas específicas, Metodología Apell, Método Gretener y Matriz de orden y limpieza).

El edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional se construyó aproximadamente en el año 1980. Inicialmente funcionó la Facultad de Ingeniería Civil, y posteriormente se instalaron las oficinas del Instituto Geofísico, el Centro de Educación Continua (CEC), las oficinas del Departamento de Ciencias Administrativas, las oficinas del Departamento de Física, la carrera de Ingeniería Ambiental y varios laboratorios. Actualmente, en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se llevan a cabo actividades docentes, administrativas, de investigación y de servicios. Las instalaciones del edificio constan de las siguientes plantas: planta baja, mezzanine, primer piso al sexto piso y la terraza.

La responsabilidad de la seguridad en una organización no recae sobre una sola persona o sobre un grupo de personas, sino que es responsabilidad de todos quienes están comprometidos con esta, tanto de la administración como de profesores y de los estudiantes.

1.2 ANTECEDENTES

En la actualidad la administración de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se ha preocupado por tomar en cuenta el tema de seguridad industrial en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, permitiendo realizar el presente trabajo. No

existen planes de emergencia en ninguna de las áreas y departamentos que se encuentran en el edificio.

Cabe recalcar como temas afines realizados con esta temática los siguientes:

- En el año 2006 se desarrolló el siguiente proyecto de tesis; “Evaluación de riesgos y diseño de un sistema de prevención y control de incendios para las edificaciones críticas de la Escuela Politécnica Nacional” cuyo autor es Mejía R. y Sarrade F., y contiene información sobre el análisis de riesgos desarrollado para cada edificio de la universidad en cuestión, entre ellos el de Ingeniería Civil y Ambiental, utilizando el Método Gretener. Sin embargo, no se conoce de ningún programa de seguridad que se haya implementado basado en este estudio.
- Un estudio realizado en el año 2010, enfocado en realizar un diagnóstico preliminar de la seguridad estructural del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, realizado por el Ing. Patricio Placencia (Centro de Investigación de la Vivienda, EPN), arrojó la conclusión de que el edificio no satisface los objetivos especificados en el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC, 2000), respecto a los requisitos para que una estructura tenga un adecuado diseño sismo-resistente.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La sociedad actual posibilita e incluso convierte en habitual la concentración de personas y actividades, lo cual conlleva a que puedan aparecer situaciones de emergencia.

Dentro del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se funcionan varias áreas destinadas a educar, prestar servicios, investigar, entre otras, donde trabajan y acuden una gran cantidad de personas. Se conoce de accidentes que han ocurrido en el edificio como conatos de incendios, caídas a distinto nivel, entre

otros, además de riesgos no visibles o de fácil percepción como el contacto con radiaciones.

Los riesgos se pueden evaluar mediante un método general como el que plantea el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España; este plantea determinar las actividades de trabajo agrupadas en forma racional y manejable, y se desarrolla el análisis de riesgos previa identificación de peligros, estimando y valorando los riesgos.

La Matriz de tareas específicas hace referencia a tareas definidas, derivadas de los procesos y actividades que se desarrollan en una empresa u organización, la cual permite evaluar los riesgos inherentes a estas.

La Metodología Apell señala los principales aspectos que se deben considerar para establecer el análisis preliminar de riesgos, integrando de manera articulada, elementos de salud, ambiente y riesgo industrial.

La Matriz de orden y limpieza permite identificar a través de la calificación de cada área del edificio, el cumplimiento con el orden y la limpieza en los lugares de trabajo, con la finalidad de conseguir un grado de seguridad aceptable a través de la inspección continua.

El Método Gretener es considerado como el pionero en la evaluación del riesgo de incendio en edificaciones de diferentes usos, ya que ofrece un cálculo del riesgo en forma global y completa arrojando un valor que dictará si el riesgo en la instalación de estudio es aceptable o si por el contrario es necesario volver a realizar los cálculos con medidas que tiendan a minimizarlo.

La elaboración del Sistema de Seguridad Industrial, así como la generación del Manual y procedimientos de evacuación descritos dentro de este permitirán minimizar los riesgos y accidentes en el edificio. Además, para conseguir la aplicación del Sistema de Seguridad Industrial mencionado es importante que exista un compromiso constante por parte de quienes dirigen las áreas o

departamentos que funcionan en el edificio como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Sistema de Seguridad Industrial (SSI) en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional, utilizando la metodología más adecuada con la realidad del edificio, con el fin de generar una cultura preventiva que consolide el concepto de prevención, en el pensamiento, voluntad y acción de cada persona que realiza sus actividades en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, y lograr que el SSI sea aplicable con la posibilidad de acondicionarlo y mejorarlo en el tiempo.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y evaluar los principales riesgos
- Hacer uso de las técnicas de ingeniería para la identificación y evaluación del riesgo en edificaciones, utilizando metodologías como: Matriz general de riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, Matriz de tareas específicas, Metodología Apell, Método Gretener y Matriz de orden y limpieza
- Diseñar un Sistema de Seguridad Industrial para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental
- Elaborar un Manual de Seguridad Industrial para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, en base al Sistema de Seguridad Industrial

1.5 ALCANCE

El presente trabajo está encaminado a elaborar un Manual de Seguridad Industrial para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, previa identificación de riesgos en el edificio, considerando las actividades existentes dentro de este, posibles fenómenos naturales y amenazas que pueden generar los edificios aledaños al edificio en estudio.

Los edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental considerados de interés por su ubicación dentro del Campus Politécnico “J. Rubén Orellana R.” son:

- Hidráulica
- Facultad de Ciencias Administrativas
- Centro de Investigación de la Vivienda
- Departamento de Ciencias Nucleares
- Laboratorio de Aguas y Microbiología

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Al ser las fuentes de accidentes e incidentes: los errores humanos, las condiciones inseguras, las acciones inherentes de las tareas, el medio ambiente y el entorno, es de vital importancia analizar y evaluar las principales causas que los producen, para así generar un Sistema de Seguridad Industrial en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, para prevenir cualquier eventualidad que pueda afectar al recurso físico y recurso humano que labora o visita esta infraestructura, con la finalidad de minimizar las amenazas presentes.

Las condiciones adecuadas que se presentan en el ambiente laboral tienen como objetivo, reducir a límites aceptables el riesgo de los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización de estos.

La elaboración del Sistema de Seguridad Industrial, así como la generación de un manual y procedimientos descritos dentro de este, permitirán minimizar los riesgos de accidentes en el edificio.

2.1.1 PRINCIPALES FACTORES DE RIESGO

La seguridad industrial define al **riesgo** y al **factor de riesgo** de la siguiente manera:

“Riesgo: Probabilidad de que suceda un accidente o que se manifieste una enfermedad profesional, debido a una condición de trabajo o un acto subestándar”.⁴

“Factor de Riesgo: Elemento agresor o contaminante sujeto a valoración, que actúa sobre el trabajador o los medios de producción, y hace posible la presencia del riesgo y lo potencializa. Pueden ser de tipo humano, organizacional y tecnológico”.⁴

A continuación se describen los tipos de riesgos y sus principales factores de riesgos:

2.1.1.1 Tipos de riesgos

a) Riesgos laborales y daños derivados del trabajo

Un riesgo laboral es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. La calificación del riesgo según su gravedad, se valora respecto a la probabilidad de que se produzca el daño y a su severidad o magnitud. Los daños derivados del trabajo constituyen cualquier alteración a la salud (enfermedades, patologías), incluidas posibles lesiones, debidas a actividades laborales realizadas bajo determinadas condiciones.⁴

Factores de riesgo:

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Caída de objetos por manipulación
- Tropiezo
- Choque contra objetos fijos
- Choque contra objetos móviles
- Golpes/cortes con objetos y herramientas
- Atropellamiento
- Contacto térmico
- Secuestros, asaltos y robos

- Inadecuada circulación de personas
- Falta de conocimiento o de capacidad en seguridad industrial para desarrollar el trabajo que se tiene encomendado
- Falta de reflexión y autocuidado
- Falta de normas en el trabajo o normas inadecuadas
- Hábitos de trabajo incorrectos
- Falta de señalización
- Derrame

b) Riesgos ambientales

Los riesgos ambientales constituyen los riesgos de sufrir una alteración de la salud (enfermedad o patología). La probabilidad de ocurrencia de un riesgo ambiental se representa por la dosis del agente contaminante recibida por el organismo. Para evaluar este riesgo, se mide el nivel promediado en el tiempo de la presencia del contaminante en el puesto del trabajo (intensidad o concentración media) y se compara con los valores límite (intensidad o concentración promedio de referencia).⁴

Factores de riesgo:

- Contaminantes ambientales
- Ventilación
- Residuos

c) Riesgos físicos

Los riesgos físicos son las diferentes formas de energía, generadas por fuentes específicas, que pueden afectar a las personas expuestas a ellas. Estas energías pueden ser de tipo mecánico, térmico, o electromagnético.⁴

Factores de riesgo:

- Ruido
- Ambiente térmico
- Humedad relativa
- Explosiones
- Radiaciones no ionizantes
- Radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gamma, laser, electrones)

d) Riesgos mecánicos

Los riesgos mecánicos son aquellos que en caso de no ser controlados adecuadamente, pueden producir lesiones corporales, tales como: cortes, abrasiones, punciones, contusiones, golpes por objetos desprendidos o proyectados, atrapamientos, aplastamientos, etc.⁴

Factores de riesgo:

- Atrapamiento de miembros, aplastamiento
- Trabajo en alturas
- Equipos de elevación y transporte
- Máquinas, equipos y herramientas
- Equipos que operan a alta presión

e) Riesgos eléctricos

Los riesgos eléctricos son los riesgos originados por la energía eléctrica, a lo que se denomina choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto). Se producen quemaduras, caídas y golpes por choque eléctrico o arco eléctrico e incendios o explosiones originados por la electricidad.³⁵

La ubicación de fuentes y conductores, su aislación y señalización, el estado de los distintos elementos y el cuidado con que se usen, son todos elementos a tener en cuenta para la prevención de accidentes por electrocución.³⁵

Factores de riesgos:

- Contactos eléctricos o instalaciones eléctricas, inapropiadas o en mal estado

f) Riesgos químicos

Los contaminantes químicos se definen como una sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvos, humos, gases, vapores con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos.⁴

Los contaminantes químicos pueden clasificarse de varias formas: por su naturaleza química y por su uso. En Seguridad Industrial se requiere estudiarlos por la forma de presentarse en el ambiente laboral y por los efectos fisiopatológicos al trabajador expuesto.⁴

Factores de riesgo:

- Sustancias peligrosas

g) Riesgos Biológicos

Los riesgos biológicos constituyen los distintos organismos y sustancias que pueden causar daños, como una infección, alergia, toxicidad, irritación.⁴

Factores de riesgo

- Contaminación por bacterias, hongos y virus

h) Riesgos ergonómicos

Los riesgos ergonómicos constituyen además de los efectos negativos sobre los tres campos de la salud: físico, químico, social, otros propios de los desequilibrios de la persona, cuyos enfoques pueden ser distintos.⁴

La ergonomía del puesto de trabajo hace referencia a las dimensiones, esfuerzos, movimientos y a las características de cada persona. La ergonomía de los sistemas amplía el enfoque anterior, ya que, además de los aspectos físicos del entorno del puesto de trabajo (iluminación, microclima, ambiente acústico, etc.), también considera aspectos organizativos (ritmos de trabajo, pausas, horarios).⁴

Factores de riesgo:

- Iluminación Inadecuada
- Trastornos musculares esqueléticos por movimientos repetitivos
- Posturas incorrectas
- Espacio físico insuficiente
- Inaccesibilidad

i) Riesgos psicosociales

Los problemas en la ordenación del trabajo pueden ser determinantes en la productividad y en la calidad final del producto o servicios que se ofrece. Su evaluación es difícil debido a que las posibles alteraciones a la salud no suelen ser específicas; además, es difícil discernir en qué medida se deben a factores de riesgo laborales o extra laborales. Estos factores son de tal importancia y pueden aumentar los niveles de estrés de los ocupantes del edificio.⁴

La organización del trabajo, la insatisfacción en general, el tiempo de trabajo, el contenido de la tarea, la comunicación y relación, pueden afectar haciendo a las personas más influenciables por los factores ambientales.⁴

Factores de riesgo:

- Exceso de trabajo
- Horarios inadecuados
- Relaciones humanas inadecuadas
- Falta de motivación

j) Riesgos estructurales

Los riesgos estructurales son aquellos que afectan al comportamiento estructural de una edificación, debido a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.²⁹

Factores de riesgo:

- Resistencia y Estabilidad
- Usos inadecuados del edificio
- Humedad
- Vibración

k) Riesgo de incendio

En caso de un incendio, la seguridad industrial tiene como objetivo reducir a límites aceptables, el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento.^{25, 29}

De acuerdo a Lugo, 2005, y al Código Técnico de la Edificación CTE (España), se analizan los siguientes factores de riesgo de incendio esenciales.^{25, 29}

Factores de riesgo:

- Factor de riesgo que propicia el surgimiento del incendio: constituyen los actos y condiciones inseguras que tienen el potencial de dar inicio a un incendio.
- Factor de riesgo que posibilita la propagación del incendio: constituye la posibilidad de transmisión de calor, debido a las condiciones del entorno, características constructivas y equipos.

Propagación interior: riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio, tanto al mismo como a otros colindantes.

Propagación exterior: riesgo de propagación del incendio por el exterior, en el edificio y otros.

- Factor de riesgo que dificulta la extinción del incendio: toma a consideración la existencia de medios de extinción de incendios (cantidad necesaria, estado técnico, fiabilidad del funcionamiento) y la existencia de fuerzas de combate de incendios (cantidad, preparación, organización, planes de emergencia, implementación, simulacros).

Falta de instalaciones de protección contra incendios, que hagan posible la detección, control y extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

- Factor de riesgo que obstaculiza la evacuación de personas o bienes materiales salvaguardables: considera las vías y salidas de evacuación, condiciones, características, cantidad de personas, horario de trabajo, posibilidades de evacuación de medios y preparación para emergencias.
- Falta de organización, no intervención de brigadas y equipos contra incendio externos (Cuerpo de Bomberos).

- Acción de un rayo: Riesgo de electrocución o incendio debido a la falta de instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

En el Anexo No.1 “Tipos de Riesgo” se presentan tabulados para cada tipo de riesgo, los peligros y los factores de riesgo correspondientes.

2.1.2 CAUSAS DE LOS ACCIDENTES³⁷

Todo evento no deseado tiene unas causas que lo produce, sin embargo, estas causas pueden ser de diferentes niveles de análisis. La investigación de un accidente puede identificar claramente el estado físico, daños y consecuencias, pero la identificación de su causa es mucho más compleja. Generalmente, un accidente tiene no una, sino varias causas actuando en el mismo instante, es decir, es multicausal y existirán causas básicas e inmediatas.

Para evitar los accidentes se deben eliminar las causas básicas, ya que las causas inmediatas son función de éstas. Además, entre el 80% y 90% de los accidentes con lesiones son resultado de los actos inseguros, y apenas el restante es resultado de condiciones inseguras.

Causas básicas: constituyen factores personales y factores de trabajo.

- Factores personales:
 - Falta de conocimiento o de capacidad para desarrollar el trabajo que se tiene encomendado
 - Falta de motivación o motivación inadecuada
 - Tratar de ahorrar tiempo o esfuerzo y/o evitar incomodidades
 - Lograr la atención de los demás; expresar hostilidades
 - Existencia de problemas o defectos físicos o mentales
 - Influencia negativa del entorno
 - Administración inadecuada

- Factores del medio social de cada persona
 - Circunstancias y problemas sociales
 - Costumbres y usos
 - Hábitos de trabajo adquiridos con anterioridad
 - Herencia
 - Falta de reflexión y autocuidado
 - Otros
- Factores de trabajo:
- Falta de normas de trabajo o normas de trabajo inadecuadas
 - Diseño o mantenimiento inadecuado de las máquinas y equipos
 - Hábitos de trabajo incorrectos
 - Uso y desgaste normal de equipos y herramientas
 - Uso anormal e incorrecto de equipos, herramientas e instalaciones
 - Condiciones ambientales adversas
 - Falta de señalización
 - Administración inadecuada
 - Otros

Causas inmediatas: constituyen actos inseguros o acciones subestandar y condiciones inseguras o condiciones subestandar.

- Actos inseguros o acciones subestandar:
- Realizar trabajos para los que no se está debidamente autorizado.
 - Trabajar en condiciones inseguras o a velocidades excesivas.
 - No dar aviso de las condiciones de peligro que se observen, o no señalizadas.
 - No utilizar, o anular, los dispositivos de seguridad con que van equipadas las máquinas o instalaciones.

- Utilizar herramientas o equipos defectuosos o en mal estado.
- No usar las prendas de protección individual establecidas o usar prendas inadecuadas.
- Hacer bromas durante el trabajo.
- Reparar máquinas o instalaciones de forma provisional.
- Realizar reparaciones para las que no se está autorizado.
- Adoptar posturas incorrectas durante el trabajo, sobre todo cuando se manejan cargas a brazo.
- Usar ropa de trabajo inadecuada (con cinturones o partes colgantes, demasiado holgada, con manchas, etc.).
- Usar anillos, pulseras, collares, medallas, etc. cuando se trabaja con máquinas con elementos móviles (riesgo de atrapamiento).
- Levantamientos inseguros de carga.
- Utilizar cables, cadenas, cuerdas, eslingas y aparejos de elevación en mal estado de conservación.
- Sobrepasar la capacidad de carga de los aparatos elevadores o de los vehículos industriales.
- Colocarse debajo de cargas suspendidas.
- Introducirse en pozos, cubas o espacios cerrados, sin tomar las debidas precauciones.
- Transportar personas en los carros o carretillas individuales.
- Ventilación inadecuada.
- Falta de personalidad, fatiga, estrés, falta de comunicación, desinformación, incapacidad para tareas, edad, alcoholismo, drogadicción, etc.
- No respetar procedimientos de trabajo.
- No estar capacitado para realizar una tarea de trabajo.
- No usar los equipos de protección personal.
- Fumar en presencia de combustibles o inflamables.
- Otros.

- Condiciones inseguras o condiciones subestandar:
 - Falta de protecciones y resguardos en las máquinas e instalaciones.
 - Protecciones y resguardos inadecuados.
 - Falta de sistema de aviso, de alarma, o de llamada de atención.
 - Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo.
 - Escasez de espacio para trabajar y almacenar materiales.
 - Almacenamiento incorrecto de materiales, apilamientos desordenados, bultos depositados en los pasillos, amontonamientos que obstruyen las salidas de emergencia, etc.
 - Niveles de ruido excesivos.
 - Iluminación inadecuada (falta de luz, lámparas que deslumbran).
 - Falta de señalización de puntos o zonas de peligro.
 - Existencia de materiales combustibles o inflamables cerca de focos de calor.
 - Huecos, pozos, zanjas, sin proteger ni señalizar, que presentan riesgo de caída.
 - Pisos en mal estado, irregulares, resbaladizos o con manchas de aceite.
 - Falta de barandillas y rodapiés en las plataformas y andamios.
 - Realizar mantenimiento mientras el equipo está funcionando.
 - Residuos excesivos.
 - Peligro de incendio.
 - Exceso de gases, polvos, humos, vapores, etc.
 - Líneas eléctricas sin conexión a tierra.
 - Caminos y señalización en mal estado.
 - Otros.

2.2 RIESGO DE INCENDIO

El fuego se define como un proceso de combustión caracterizado por una reacción química de oxidación (desde el punto de vista del combustible) de suficiente intensidad para emitir luz, calor (energía) y en muchos casos llama.⁵⁰

El incendio se define como una combustión rápida con emisión de gran cantidad de calor y con presencia de llama acompañada de humo.³⁸

La carga térmica de un local o sublocal es la energía de combustión producida (poder calorífico) en el incendio por unidad de superficie, y se calcula utilizando la ecuación 2.1.¹⁰

$$Q = \frac{\sum(M \times PC)}{S} \quad (2.1)$$

Donde:

Q: carga térmica (Mcal/m²)

PC: peso de los materiales combustibles del local (Kg)

M: poder calorífico (Cal/Kg)

S: superficie de la zona en donde se encuentran almacenados los materiales combustibles (m²)

2.2.1 CLASIFICACIÓN DEL FUEGO^{31,38}

A continuación se definen los tipos de fuego de acuerdo al “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios” del Ecuador.

Fuego Clase A: “Fuegos de materiales sólidos, generalmente de naturaleza orgánica, en los que la combustión se presenta generalmente con formación de llamas”.³¹ Los sólidos inflamables producen braza (madera, tejidos textiles, papel, grasas, plástico, cera, asfalto, etc.).

Fuego Clase B: “Fuegos de gases, líquidos o sólidos licuables”.³¹ Entre los más destacables se tiene: petróleo, gasolina, metano, propano, butano, alcohol etílico, benceno, tolueno, lubricantes, etc.

Fuego Clase C: “Fuegos en equipos o instalaciones eléctricas vivas (con circulación de fluido eléctrico)”.³¹ “Incendios que implican cualquiera de los materiales de la clase A y B, pero con la introducción del uso de la energía eléctrica en la vecindad del fuego (cables, maquinaria, equipos eléctricos combinado con los fuegos A y B)”.³⁸

Fuego Clase D: “Fuegos de metales: cloratos, percloratos, en general de peróxidos y todos aquellos elementos que al entrar en combustión generan oxígeno propio para su autoabastecimiento y similares”.³¹

2.2.2 TIPOS DE AGENTES EXTINTORES³⁸

Los agentes extintores, permiten atacar el fuego a través de las siguientes formas:

- Desalimentación: eliminar el combustible.
- Enfriamiento: eliminar el calor y reducir la temperatura del combustible.
- Sofocación: impedir que los vapores generados contacten con el oxígeno del aire.
- Dilución: disminuir la concentración de combustible.
- Eliminación de la difusión del oxígeno: impedir el contacto del oxígeno con el combustible.
- Inhibición de la reacción en cadena: introducir en el incendio sustancias químicas que bloquean los radicales libres.

Se recomienda la utilización de los siguientes agentes extintores de acuerdo a cada tipo de fuego:

Agua: es el más utilizado desde la antigüedad (barato, abundante, fácil de manipular). Actúa por *enfriamiento*, *sofocación* (el vapor desplaza un volumen de aire disminuyendo la concentración de oxígeno) y por *dilución* (en los incendios de líquidos inflamables que son miscibles con el agua; por ejemplo: alcohol).

Aplicable a:

- Tipo de fuego clase A: excelente.
- Tipo de fuego clase B: aceptable, si es en forma pulverizada. Si es en chorro puede extender el fuego si no es soluble en agua (Gasolina).
- Tipo de fuego clase C: no utilizable, excepto para refrigerar las zonas expuestas al calor.
- Tipo de fuego clase D: nunca utilizar, produce reacciones con desprendimiento de calor.

Agua Presurizada: Muy recomendado para fuegos tipo A; menos aceptable para fuegos de clase B. No utilizable para fuegos de clase C y D.

Anhídrido Carbónico: “Es un gas incoloro, inodoro, menos denso que el aire, inerte, no corrosivo, no deja residuos y no es tóxico. Penetra con facilidad en el fuego y no conduce la electricidad”.³⁸ El Anhídrido carbónico actúa por *sofocación* (diluyendo el oxígeno del aire y reduciendo la concentración de oxígeno) y por *enfriamiento* (bajando la temperatura cuando se vaporiza al contacto con el incendio, al salir del extintor en forma de nieve).

Inconvenientes:

- Dificulta la respiración.
- Se necesita concentraciones altas de CO₂ para extinguir el fuego.
- La temperatura de salida del extintor es de – 70 °C, y puede producir quemaduras y daños a elementos electrónicos.

Aplicable a:

- Tipo de fuego clase A: no es eficiente, ya que no apaga las brasas.
- Tipo de fuego clase B: aceptable, si el incendio es pequeño.
- Tipo de fuego clase C: uno de los más utilizables, si es de origen eléctrico.
- Tipo de fuego clase D: no se puede usar, si el combustible es sodio o potasio, ya que se combina el CO₂.

Polvo Químico: “Son sustancias químicas sólidas, con tamaño de partícula muy pequeña que adquieren gran fluidez”.³⁸ El Polvo químico actúa por *sofocación*, *enfriamiento* e *inhibición* de la cadena de reacción.

Tipos de polvo químico:

- Polvo químico seco normal: desprende anhídrido carbónico y vapor de agua.
- Polvo químico antibrasa: contiene compuestos como fosfato de calcio, talco, etc., que actúa sobre la brasa.
- Polvo químico especial: utilizado en fuegos de metales radiactivos (grafito, cloruro de sodio, etc.).

Aplicable a:

- Tipo de fuego clase A: Polvo químico seco normal no es aplicable, ya que no apaga la brasa. En cambio el Polvo químico antibrasa, si es eficaz.
- Tipo de fuego clase B: muy recomendable, rápido y eficaz.
- Tipo de fuego clase C: muy recomendable, rápido y eficaz.
- Tipo de fuego clase D: no es recomendable.

Hidrocarburos Halogenados o Halones: Son compuestos clorofluorcarbonados (C₁₋₂F_xCl_y). Los Halones actúan por *enfriamiento* (evaporarse rápidamente y absorbiendo el calor del incendio) y por *inhibición* de la cadena de reacción (produciendo radicales libres que neutralizan la combustión).

Aplicable a:

- Tipo de fuego clase A: no es eficaz, ya que no apaga la brasa.
- Tipo de fuego clase B y C: eficaz y rápido.
- Tipo de fuego clase C: eficaz y rápido.
- Tipo de fuego clase D: no es adecuado, aunque algunas veces se puede usar.

Espuma: actúa por *sofocación* (impidiendo que los vapores generados contacten con el oxígeno del aire).

Aplicable a:

- Tipo de fuego A: aceptable, si se utiliza agentes extintores a base de espuma y agua con espuma.
- Tipo de fuego B: recomendable, si se utiliza agentes extintores a base de espuma y agua con espuma.
- Tipos de fuegos C y D: no se utiliza.

2.2.3 CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO

En el documento, “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios”, dentro del Capítulo II se hace mención a la sección denominada “De la Clasificación de Riesgos de Incendios”, Art. 139, donde se indica que la clasificación de los riesgos se considerará de la siguiente manera:

Riesgo leve (bajo): “Menos de 160,000 kcal/m². Lugares donde el total de materiales combustibles de clase A que incluyen muebles, decoraciones y contenidos, es de menor cantidad. Estos pueden incluir edificios o cuartos ocupados como oficinas, salones de clase, iglesias, salones de asambleas, y otros. Esta clasificación previene que la mayoría de los artículos contenidos combustibles o no, están dispuestos de tal forma que no se produzca rápida

propagación del fuego. Están incluidas, también pequeñas cantidades de materiales inflamables de la clase B, utilizados para máquinas copadoras, departamentos de arte, y otros; siempre que se mantengan en envases sellados y estén almacenados en forma segura”.³¹

Riesgo ordinario (moderado): “Entre 160,000 y 340,000 kcal/m². Lugares en donde la cantidad total de combustibles de clase A e inflamables de clase B, están presentes en una proporción mayor que la esperada en lugares con riesgo leve (bajo). Estas localidades podrían consistir en comedores, tiendas de mercadería y el almacenamiento correspondiente, manufactura ligera, operaciones de investigación, salones de exhibición de autos, parqueaderos, taller o mantenimiento de áreas de servicio de lugares de riesgo menor (bajo) y depósitos con mercancías de clase I o II como las descritas por la NFPA 13, Norma para instalación de sistema de regaderas”.³¹

Riesgo extra (alto): “Más de 340,000 kcal/m². Lugares en donde la cantidad total de combustibles de clase A e inflamables de clase B están presentes, en almacenamiento, en producción y/o como productos terminados, en cantidades sobre o por encima de aquellos esperados y clasificados como riesgos ordinarios (moderados). Estos podrían consistir en talleres de carpintería, reparación de vehículos, reparación de aeroplanos y buques, salones de exhibición de productos individuales, centros de convenciones, de exhibiciones de productos, depósitos y procesos de fabricación tales como: pintura, inmersión, revestimiento, incluyendo manipulación de líquidos inflamables, también está incluido en el almacenamiento de mercancías en proceso de depósito diferentes a la clase I y clase II”.³¹

2.2.4 MANTENIMIENTO Y RECARGA

En el “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios”, Capítulo II, “Extintores Portátiles Contra Incendios”, Art. 32, se encuentran los principales aspectos a considerar para el mantenimiento y recarga de extintores.

A continuación se enuncian brevemente cada uno:

- a)** La inspección de los extintores la realizará una persona de la administración, que tenga conocimiento del tema debidamente sustentado bajo su responsabilidad, y se asegurará que el extintor esté completamente cargado y operable, ubicado en el lugar apropiado, que no haya sido operado o alterado y que no evidencie daño físico o condición que impida la operación del extintor. La inspección debe ser mensual o con la frecuencia necesaria cuando las circunstancias lo requieran mediante una hoja de registro;
- b)** El mantenimiento y recarga debe ser realizado por personas previamente certificadas, autorizadas por el Cuerpo de Bomberos y dispondrán de equipos e instrumentos apropiados para dicha actividad;

Además, es importante señalar que el mantenimiento de extintores no debe hacerse en intervalos mayores a un año, cuando corresponda la prueba hidrostática o de acuerdo a indicaciones realizadas después de una inspección.

- c)** “Los extintores contarán con una placa y etiqueta de identificación de la empresa que realice el mantenimiento, en la que constarán los siguientes datos: fecha de recarga, fecha de mantenimiento, tipo de agente extintor, capacidad, procedencia e instrucciones para el uso, todos estos datos estarán en español”;³¹
- d)** Al extintor se lo someterá a una prueba hidrostática cada seis (6) años, además serán sujetos de mantenimiento en forma anual o cuando sea indicado luego de realizar una inspección;
- e)** Todos los extintores deben ser recargados después de ser utilizados o cuando se disponga después de la realización de una inspección (si el caso así lo amerita);

- f) “Los extintores cuando estuvieren fuera de un gabinete, se suspenderán en soportes o perchas empotradas o adosadas a la mampostería, a una altura de uno punto cincuenta metros (1,50) del nivel del piso acabado hasta la parte superior del extintor. En ningún caso el espacio libre entre la parte inferior del extintor y el piso debe ser menor de cuatro (4) pulgadas (10 centímetros);”³¹ y,
- g) El certificado de mantenimiento del extintor, será emitido por la empresa que realiza este servicio bajo su responsabilidad, con la constatación del Cuerpo de Bomberos.

2.2.5 NORMAS DE INSTALACIÓN DE EXTINTORES¹

Existen recomendaciones para la instalación de extintores, como las que se exponen a continuación:

- Deben colocarse en sitios visibles en todo momento y de fácil acceso.
- La señalización será en forma visible, pintado en la pared, con círculo rojo, con flecha en el sentido del emplazamiento. Sobre el círculo estará la palabra extintor y el tipo de fuego. En caso de no ser posible pintar en la pared se colocará otro tipo de señalización.
- No se depositarán materiales en las cercanías de los extintores, de forma que oculten los aparatos e impidan el acceso a éstos.
- Los extintores manuales se colocarán sobre muros o columnas, colgados de sus respectivos soportes.
- Cada mes se hará la inspección de la carga del extintor, corrosión, manómetro, etc.
- Cada extintor llevará una tarjeta, en el que se anotará la fecha de las inspecciones.
- Cada seis meses se hará comprobación de la carga del extintor por peso y verificando su presión.
- Se instruirá al personal en el manejo de extintores en forma periódica.

- Los extintores llevarán las siguientes inscripciones, que deberán ser visibles:
 - Sustancia extintora e indicación de las clases de fuego en que se puede emplear.
 - Modo de manejo o empleo del extintor.
 - Peligros y restricciones de empleo.
 - Capacidad en Kg.
 - Marca comercial.

- Dada la toxicidad de los agentes extintores a base de derivados halogenados, solo se utilizarán en lugares abiertos o de buena ventilación natural.

- Se pondrá en lo posible señalización fotoluminiscente.

2.3 EVALUACIÓN DEL RIESGO EN GENERAL^{4, 26}

La gestión de riesgos engloba dos etapas previas que son el análisis de riesgos y la evaluación de riesgos, a partir de la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de gestión.^{4, 26}

2.3.1 ANÁLISIS DE RIESGOS²⁶

El análisis de riesgos consiste en la utilización sistemática de la información disponible para la identificación de peligros y la estimación de riesgos.

La elección del método a utilizar para el análisis del riesgo de incendio debe considerar el tamaño y tipo de la empresa u organización, número de plantas, materiales que usa, entre otros aspectos.

2.3.1.1 Identificación de peligros

La identificación de peligros es el proceso mediante el cual se reconoce la existencia de un riesgo y se definen sus características. Constituye el principio de todo procedimiento de control de riesgos, pues todo riesgo cuya identificación se omita, no se podrá estudiar. Algunos riesgos son evidentes y se los identifica inmediatamente sin mayor esfuerzo, sin embargo, otros riesgos requieren de procedimientos especiales para lograr identificarlos.

Los métodos de identificación de riesgos se clasifican en:

- **Métodos comparativos:** se basan en la experiencia previa acumulada en un campo determinado, como registros de accidentes previos o compilados, en forma de códigos o listas de comprobación.
- **Índices de riesgo:** señalan las áreas de mayor concentración de riesgo que requieren un análisis más profundo o medidas suplementarias de seguridad; no suelen identificar los peligros concretos.
- **Métodos generalizados:** se basan en estudios de las instalaciones mucho más estructurados desde el punto de vista lógico-deductivo que los métodos comparativos; siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en instalaciones, obteniéndose determinadas soluciones para ese tipo de eventos. Se consideran herramientas de análisis, versátiles y de gran utilidad, ya que proporcionan esquemas de razonamiento aplicables a cualquier situación en principio.

2.3.1.2 Estimación de riesgos

La estimación de riesgos permite determinar si se ha alcanzado el riesgo tolerable, a partir de diferentes métodos.

2.3.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS²⁶

La evaluación de riesgos es muy importante en los sistemas de gestión de riesgos, ya que constituye la parte técnica y permite determinar con alta fiabilidad y rigurosidad las incidencias que tienen los factores de riesgo.

La evaluación de riesgos constituye un proceso general, mediante el cual, previa la identificación de peligros y la estimación de riesgos, se valoran los riesgos obtenidos por áreas, dependencias, niveles o plantas de la empresa u organización. Finalmente se priorizan las áreas, dependencias, niveles o plantas de la empresa u organización, acorde a las valoraciones obtenidas (grave, alto, moderado, leve).

La descripción de los pasos a seguir en las dos etapas (análisis y evaluación de riesgos) se encuentra en el Capítulo 4 “Metodología”, numeral 4.1.

2.4 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LOS RIEGOS EN UN EDIFICIO²⁶

Los métodos de evaluación de los riesgos constituyen un conjunto de cálculos de distintos riesgos, que tienen un campo de aplicación determinado, así como un objetivo y forma de análisis específicos.

Algunos de los métodos de evaluación de los riesgos en general se enuncian a continuación:

- Método de FINE
- Método de Gretener
- Metodologías de análisis y estrategias para el control del riesgo
- Metodologías de matriz DOFA
- Metodología de matriz de supervisión de riesgos (Comité de Basilea)

- Metodología de matriz de riesgos
- Metodología de matriz de análisis de vulnerabilidad por amenazas
- Metodología de matriz de Evaluación y Respuesta
- Metodología de calificación de riesgos
- Metodología de análisis de riesgos por colores
- Metodología simplificada de análisis de riesgos
- Metodología de matriz de riesgos “Leopold”
- Metodología APELL
- Matriz General de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), de España
- Matriz de Tareas Específicas
- Matriz de Orden y Limpieza

Los métodos de evaluación de los riesgos consideran muchos parámetros para su cálculo, englobando riesgos como los que se mencionan a continuación: estructurales, incendio, físicos, químicos, biológicos, entre otros. Del listado anterior, debe destacarse que el riesgo de incendio es al que más tiempo de análisis y atención se le destina, debido su propia naturaleza y la facilidad para expandirse con rapidez y afectar a las personas, bienes y estructuras en cuestión de segundos si no se cuenta con las medidas de prevención y mitigación adecuadas.

En la sección siguiente se definen brevemente los métodos que se utilizan en el presente estudio, así como también, los parámetros ambientales que definen el confort en un espacio de trabajo (condiciones laborales).

2.4.1 MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT)²⁰

Los riesgos se pueden evaluar mediante un método general como el que plantea el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España. En el procedimiento se determinan las actividades de trabajo agrupadas en forma

racional y manejable, y se desarrolla el análisis de riesgos, identificando los peligros, estimando y valorando los riesgos.

2.4.2 MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS^{22,34}

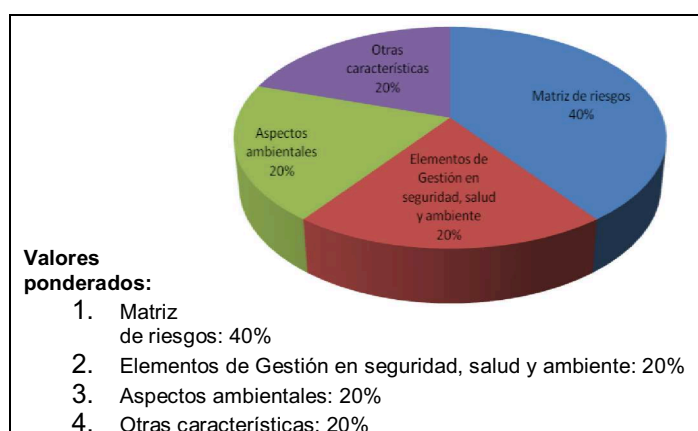
La Matriz de Tareas Específicas hace referencia a tareas definidas o tareas específicas, derivadas de los procesos y actividades que se desarrollan en una empresa u organización, la cual permite evaluar los riesgos inherentes a estas, para finalmente determinar las acciones preventivas y/o correctivas correspondientes.

2.4.3 METODOLOGÍA APELL⁴⁴

La Metodología Apell señala los principales aspectos que se deben considerar para establecer el análisis preliminar de riesgos, integrando de manera articulada, elementos de salud, ambiente y riesgo industrial, para lo cual se valora individualmente cuatro aspectos esenciales, relacionados con el tema central, dentro de la evaluación total, como se puede ver en el Figura 2.1.

FIGURA 2.1

COMPONENTES GLOBALES DEL MÉTODO APELL



FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, análisis, evaluación y gestión de riesgos, Escuela Politécnica Nacional, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El objetivo general de esta metodología es prevenir la pérdida de vidas o daños a la salud, a la propiedad y el medio ambiente, para de esta forma salvaguardar la seguridad ambiental en una comunidad local y lograr el bienestar social. Esta metodología es un instrumento que permite realizar una comunicación más eficaz de riesgos y respuestas a emergencias que ayudarán a:

- Reducir la probabilidad de accidentes y minimizar sus impactos.
- Establecer vínculos entre la compañía y la comunidad.
- Asistir a la comunidad para que tome conciencia y comprenda las actividades de la compañía y su gerencia.
- Cuantificar el riesgo de una actividad.

Este método es aplicable a industrias químicas, mecánicas, eléctricas, así como también, a organizaciones educativas y de servicios.

2.4.4 MÉTODO DE GRETENER¹⁰

El Método de Gretener se puede considerar como el padre de todos los métodos de evaluación de riesgos de incendio, y se ha convertido además en el referente de cualquier otro. Se trata del primero en fundar la evaluación del riesgo de incendio en la industria, pudiéndose aplicar a todo tipo de edificaciones.

Este método se basa en el cumplimiento de determinadas reglas de seguridad contra incendios y de las medidas de protección a personas como: vías de evacuación, iluminación de seguridad, peligros potenciales, medidas de prevención, etc. También, su aplicación hace referencia al conjunto de edificios o partes de edificios que constituyen compartimientos cortafuegos separados de manera adecuada.

Gretener ofrece un cálculo del riesgo de incendio global bastante completo, con un valor que establecerá si el riesgo en la instalación es aceptable o si por el

contrario hay que volver a desarrollar los cálculos de las medidas de protección que se adecuen a minimizar el riesgo.

“Se fundamenta en comparar el resultado del cálculo del riesgo potencial de incendio efectivo con el riesgo potencial admisible. La seguridad contra el incendio es suficiente, siempre y cuando si el riesgo efectivo no sea superior al riesgo aceptado”.¹⁰

2.4.5 MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA^{24, 44}

En toda actividad laboral es importante asegurar y mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo para conseguir un grado de seguridad aceptable, y que permita además ahorrar tiempo, espacio y materiales, como también evitar accidentes e incidentes.

Mantener el lugar de trabajo ordenado y limpio es un principio básico de seguridad que requiere la aplicación de cinco pasos fundamentales basados en la metodología “5´s”:

- a) **1s, Clasificación (Seiri):** identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios, para desprenderse de lo que no se necesita y clasificar los materiales que son importantes de acuerdo a las labores cotidianas. Además, organizar el espacio de trabajo de forma eficaz despejándolo de cosas innecesarias.
- b) **2s, Orden (Seiton):** identificar y poner las cosas en orden para que de esta manera sean utilizadas cuando se necesiten.
- c) **3s, Limpieza (Seiso):** mantener limpio el lugar de trabajo, los pisos, las paredes y sobre todo las máquinas y su área de trabajo, ya que puede presentar muchos defectos de funcionamiento y problemas de operación. Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden.

- d) 4s, Control visual e inspección (*Seiketsu*):** identificar anomalías y distinguir lo normal de lo anormal para aplicar las debidas correcciones. Diseñar sistemas y procedimientos que aseguren la continuidad y frecuencia de lo mencionado anteriormente. Asegurarse de mantener el aseo personal y el equipo de protección personal adecuado, para hacer de la pulcritud un hábito.
- e) 5s, Disciplina y hábitos, mejora continua (*Shitsuke*):** para que se realice la práctica continua de todos estos pasos es necesario que las personas adquieran autodisciplina, para lo cual deben establecerse procedimientos de mejora.

Los beneficios al adoptar las “5´s” son los siguientes:

- Ayuda al personal que labora en la institución a adquirir autodisciplina.
- Señala los productos con defectos y excedentes de inventarios.
- Reduce los movimientos innecesarios.
- Permite que se identifiquen visualmente y se solucionen los problemas relacionados con escasez de materiales, líneas desbalanceadas, averías en las máquinas y demoras en las entregas.
- Hace visible los problemas de calidad.
- Reduce los accidentes de trabajo.
- Mejora la eficiencia en el trabajo.
- Reduce los costos de operación.
- Aumenta el espacio de trabajo disponible.

2.4.6 GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 93 (PRIMERA ACTUALIZACIÓN)¹³

Para evaluar el riesgo y sus posibles causas se consideró como base la Guía Técnica Colombiana GTC 93 (Primera actualización), que presenta las directrices para la ejecución de la Revisión Ambiental Inicial (RAI) y el Análisis de Diferencias (GAP ANALYSIS).

Cabe resaltar que han sido tomadas de la Guía Técnica Colombiana, las partes o secciones de interés para el desarrollo del Sistema de Seguridad Industrial (SSI) que se desea implementar en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

Entre los beneficios potenciales de la implementación de un Sistema de Seguridad Industrial, la empresa u organización podrá reducir los riesgos ambientales, mejorar su imagen, estimular una actitud más responsable y ayudar a lograr y mantener el cumplimiento legal.

2.4.6.1 Revisión Ambiental Inicial (RAI)

2.4.6.1.1 Propósito y enfoque

En la RAI se identifican las condiciones actuales como aspectos, impactos, componentes del sistema, controles y programas ambientales, legislación aplicable, etc. La RAI debe cumplir, al menos, los siguientes aspectos:

- a)** Ubicación geográfica (área de influencia).
- b)** Identificación de aspectos ambientales asociados a todas las actividades, productos y servicios de la empresa u organización sobre los cuales tenga control o influencia, así como también su importancia dentro del alcance establecido.
- c)** Determinación de requisitos ambientales de tipo legal y otros que la organización haya suscrito en cuanto a seguridad industrial.
- d)** Identificación de prácticas y procedimientos de manejo de la seguridad industrial existente.
- e)** Retroalimentación de accidentes e incidentes previos.

- f) Conocimiento de las opiniones de las partes interesadas frente al manejo de la seguridad industrial en la empresa u organización.

2.4.6.1.2 *Etapas*

Planificación

Las autoridades de la organización deben designar a un coordinador del proyecto, que sea independiente, para que la revisión sea objetiva e imparcial. Dicha revisión debe realizarla una persona o equipo con el conocimiento requerido en los temas ambientales y de seguridad industrial por examinar y la legislación correspondiente, la organización y sus actividades, productos y servicios, y la capacidad para desarrollar una RAI. El tiempo y recursos asignados para la revisión serán apropiados con el alcance y objetivos propuestos. Se proponen los siguientes pasos:

a) Definición del propósito de la revisión.

- La aplicación prevista
- Las razones para realizar el estudio
- El público previsto

b) Definición del alcance de la revisión:

- Las áreas organizacionales y procesos por cubrir.
- Las inquietudes o requerimientos de las partes interesadas.
- Los componentes ambientales a examinar (aire, suelo, residuos, etc.) y los programas de gestión permanente.
- Los aspectos legales a considerar (regulaciones, normas, licencias, etc.).
- El período de tiempo cubierto por la revisión.
- Los accidentes o situaciones de emergencia que se hayan presentado.
- Las acciones correctivas y preventivas.

c) Preparación de la revisión con los medios adecuados y suficientes para su ejecución, informando a los involucrados sobre:

- El propósito, alcance y metodología de la revisión
- La información que se espera de ellos
- La duración esperada de la revisión
- Las personas de contacto

Se pueden utilizar listas de verificación (lista de aspectos que deberían considerarse) y cuestionarios (requerimiento de respuestas específicas), para la recolección e interpretación de los datos.

Toma de datos

La toma de datos se puede adelantar mediante la revisión de la documentación existente, entrevistas, inspecciones directas en los sitios de trabajo, basados en los siguientes principios:

- Integridad, exactitud, claridad
- Continuidad de la toma de datos en intervalos definidos
- Datos presentados en unidades físicas reconocidas internacionalmente

Se debe documentar los métodos de medición o evaluación, y los períodos de recolección de datos.

La cobertura de la toma de datos considera los siguientes puntos:

a) Ubicación geográfica: identificación del área de influencia mediante la RAI, utilizando planos de ubicación, donde se identifiquen comunidades e instalaciones cercanas.

b) Aspectos e impactos ambientales: identificación de aspectos e impactos ambientales a través de procedimientos o directrices en condiciones de

operaciones normales, anormales y situación de emergencia. Entre las posibles actividades y aspectos ambientales a cubrir para el presente estudio se tiene:

- Los diferentes componentes ambientales (aire, suelo, residuos, etc.).
- El transporte de materia prima, entre otros.
- Gestión integral de residuos.
- Generación de ruido.
- Prevención y limitación de accidentes ambientales; procedimientos de contingencia en caso de emergencias ambientales, equipos existentes.
- Información y formación suministrada al personal concerniente a la seguridad.
- Información externa sobre problemas de seguridad (por ejemplo: quejas).
- Procesos de control, compra, almacenamiento y manejo de productos químicos o sustancias peligrosas.
- Control de emisiones fugitivas.
- Equipos de respuesta y preparación de emergencias.
- Uso de recursos.

c) Determinación de requisitos ambientales de tipo legal y otros requisitos: en la RAI se debe incluir la legislación aplicable y otros requisitos, además de su grado de cumplimiento.

d) Identificación de prácticas y procedimientos de manejo ambiental existentes: “La toma de datos debería considerar la descripción de la estructura, responsabilidades y procedimientos operacionales del programa ambiental actual de la organización. Algunas fuentes de información sobre prácticas y procedimientos de manejo ambiental existentes, incluyen:”⁷

- Documentación de otros sistemas de gestión y otros códigos de buenas prácticas ambientales.
- Políticas y manuales de procedimientos.

- Documentos previos de gestión (datos de medición y seguimiento de procesos, planes de manejo ambiental, etc.).
- Informes de auditorías ambientales previas.
- Entrevistas.
- Evaluación de riesgos ambientales.

e) Retroalimentación de accidentes y situaciones de emergencia previos: como parte de la recolección de información, se debería considerar la retroalimentación de las investigaciones de accidentes y situaciones de emergencia previos de carácter ambiental, documentación relacionada sobre atención de la emergencia, planes desarrollados como corrección y mejoramiento.

f) Determinación de las opciones de las partes interesadas frente al manejo ambiental de la empresa u organización: la RAI debería considerar los puntos de vista de todas las partes interesadas (personas o grupos relacionados o afectados por el desempeño ambiental de la empresa u organización).

Procesamiento de datos

Los datos se deberían preparar para ofrecer a la empresa y organización una base para la evaluación. Esta preparación incluye:

- a)** El examen de todos los datos para determinar su conformidad con las disposiciones legales y regulaciones internas.
- b)** El análisis de los datos en términos del tipo, alcance, fuente y período a analizar.
- c)** La interrelación entre los datos recolectados y los aspectos ambientales.

- d) Se deberían discutir la mejor terminología disponible, cuando sea apropiado.

Análisis e informe de los resultados

Al término de la RAI, el coordinador del proyecto debería preparar un informe para la alta dirección y para los demás niveles de la organización que se consideren pertinentes, que contenga todos los datos recolectados y el análisis de los mismos. El objetivo del informe debería ser:

- a) Documentar el alcance de la revisión.
- b) Describir el sistema de gestión ambiental existente.
- c) Proporcionar a la alta dirección información relacionada con los aspectos ambientales de la organización y su impacto sobre el medio ambiente, al igual que la eficacia y confiabilidad de los procedimientos ambientales de la organización.
- d) Demostrar prioridades de acción, necesidades de acciones correctivas requeridas y recomendaciones para la mejora.
- e) Brindar una base para formular o mejorar la política y objetivos ambientales y un concepto para establecer o mejorar, en general, el sistema a implementar.
- f) Retroalimentar acerca de las opiniones de las partes interesadas sobre el manejo ambiental de la empresa u organización.
- g) De ser necesario, proponer la reevaluación del alcance del SSI.

2.4.6.2 Análisis de Diferencias (GAP ANALYSIS)

En algunos casos, como parte del proceso de implementación o mejora, puede ser práctico desarrollar un ejercicio para:

- a) Identificar las diferencias existentes entre las actividades de gestión y los requisitos del SSI a implantarse. Estas diferencias se las puede identificar a través de la comparación detallada (requisito por requisito) o a través de cuestionarios.
- b) Cuantificar las diferencias para su estimación, y desarrollar el plan de acción para la implementación del sistema o su mejora. Se determina la actividad a realizar para cubrir la diferencia, se asigna valores relativos a los esfuerzos necesarios para subsanar las diferencias mediante un sistema de ponderación o categorización.
- c) Plan de acción que se debe considerar:
 - La priorización de las diferencias encontradas.
 - Los pasos necesarios para la implementación del SSI.
 - Las decisiones que deberían tomarse para la ejecución de los pasos identificados, los recursos necesarios, responsables y plazos.

2.4.7 CONDICIONES AMBIENTALES Y LABORALES²²

En el desarrollo de las metodologías: Matriz General de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y Metodología Apell, es importante definir los parámetros ambientales que serán objeto de medición; temperatura y humedad relativa, ruido, iluminación y radiación ionizante.

a) Temperatura y humedad relativa

En los espacios de trabajo se generan distintas temperaturas, cuya percepción es subjetiva en cuanto al frío o calor para cada persona, por cuanto, es recomendable adoptar medidas especiales para alcanzar el confort ambiental.

Es relevante mencionar que los factores que más influyen en el confort ambiental son: temperatura, humedad relativa y ventilación, los cuales interactúan entre sí.

En cuanto a la humedad relativa, los procesos de humidificación causan serios problemas tanto a la salud como a los equipos. Los valores muy altos de humedad relativa promueven el incremento de hongos y otros contaminantes microbiológicos, mientras que niveles muy bajos de esta ocasionan sequedad en las membranas mucosas.

b) Ruido

Por ningún motivo, el ruido en los puestos de trabajo puede obligar a levantar la voz para hacerse entender a un metro de distancia, ya que probablemente la persona estaría expuesta a la sordera, la cual acontece lentamente y se diagnostica cuando el daño ya se ha producido de forma irreversible.²²

Además, el ruido provoca estrés, fatiga, pérdida de la capacidad de reacción y comunicación, que pueden ser la causa de accidentes y contribuir a la aparición de problemas circulatorios, digestivos y nerviosos.²²

c) Iluminación

La iluminación inadecuada en un trabajo puede causar accidentes, cansancio, dolor de cabeza, estrés, fatiga ocular, así como posturas inadecuadas que a largo plazo de tiempo generan alteraciones músculo-esqueléticas.²²

Un buen nivel de confort visual se consigue a través de un equilibrio entre la cantidad, la calidad y la estabilidad de la luz, que permita la ausencia de reflejos y de parpadeo, la uniformidad en la iluminación, la ausencia de excesivos contrastes, etc.²²

Cada puesto de trabajo debe estar iluminado de acuerdo a las exigencias visuales del trabajo y de las características personales de cada trabajador(a). En lo posible, los lugares de trabajo deberán tener iluminación natural, que se complementará con iluminación artificial cuando la natural por sí sola no sea suficiente.²²

Toda actividad en el trabajo requiere de un determinado nivel de iluminación. El nivel medio de la iluminación será mayor cuanto lo sea la dificultad de percepción visual.²²

d) Radiación ionizante

El uso de las radiaciones ionizantes está muy reglamentado, debido a su alta capacidad de afectar a la salud humana. Para que las personas puedan trabajar con estas radiaciones, se seguirá minuciosamente la reglamentación preventiva, y una estrecha vigilancia dosimétrica de su exposición y de su salud.²²

Las radiaciones son energía que se propaga en forma de ondas electromagnéticas. Algunas se producen de forma natural, como la radiación solar, y otras se producen artificialmente.²²

En los procesos biológicos normales, los efectos de cada tipo de radiación ionizante son distintos porque los iones actúan de manera diferente en los tejidos vivos. Sin embargo, el contacto con cualquiera de los tipos habituales de radiación ionizante (alfa, beta, gamma, rayos X y neutrones) puede tener efectos sobre la salud.²²

2.5 MATERIALES PELIGROSOS Y SEÑALIZACIÓN

2.5.1 MATERIALES PELIGROSOS⁴⁶

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), “los materiales peligrosos son todas las sustancias que pueden estar en cualquiera de los estados de agregación de la materia, sólida, líquida, gaseosa, que sean capaces de causar daño a las personas, las cosas y el medio ambiente”.

La identificación de materiales peligrosos se basa en: símbolos, formas, colores y números. Los sistemas de identificación de materiales peligrosos de mayor importancia son los siguientes; para transporte: NU, OMI, OACI, DOT, HAZCHEM, Unión Europea; para almacenamiento: NFPA 704; para condiciones laborales: CCE, OSHA, OIT y para condiciones normales de operación: HMIS, HIMG.

2.5.1.1 Sistemas de identificación de materiales peligrosos

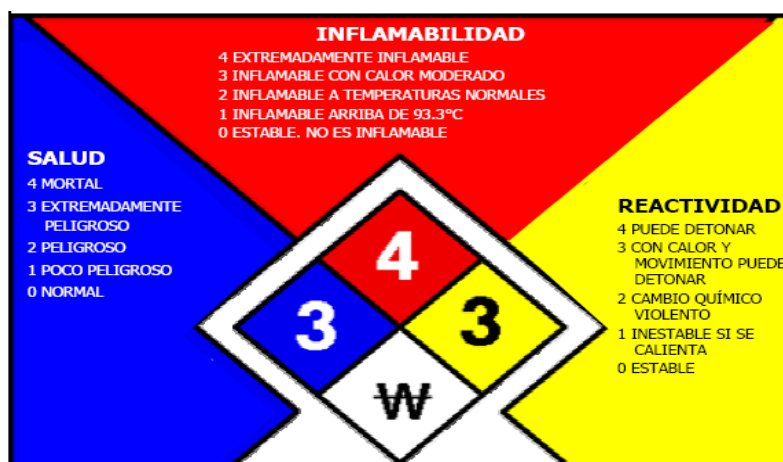
a) National Fire Protection Association (NFPA 704)

El sistema de identificación para almacenamiento propuesto por la NFPA 704, identifica los riesgos para que las personas afectadas en un eventual incendio o emergencia, puedan reconocer los riesgos de los materiales, respecto a su salud, reactividad e incendio.

La numeración indica el nivel de peligrosidad en orden creciente, desde cero (0) para el nivel más bajo, hasta cuatro (4) para el nivel más alto; la numeración se coloca en todos los rombos, a excepción del rombo inferior en el que se anotan indicaciones especiales. El color del rombo inferior es blanco y representa a las indicaciones especiales; el del rombo superior es rojo, y representa el peligro de inflamación; el del rombo izquierdo es azul, y representa el peligro para la salud; y el del rombo derecho es amarillo, y representa el peligro de reacción (Figura 2.2).

FIGURA 2.2

SEÑALIZACIÓN PARA MATERIALES PELIGROSOS, DE LA NFPA 704



FUENTE: Ramírez T., Señalización, Escuela Politécnica Nacional, 2011.
 ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

b) Código HMIS

El sistema de identificación para condiciones laborales del código HMIS constituye una etiqueta donde consta el nombre del material, y cuatro secciones (salud, inflamabilidad, reactividad y Equipo de Protección Personal). La numeración indica el grado de riesgo, en orden creciente desde cero (0) para el nivel más bajo, hasta cuatro (4) para el nivel más alto (Figura 2.3).

FIGURA 2.3

SEÑALIZACIÓN PARA MATERIALES PELIGROSOS, CÓDIGO HMIS

NOMBRE DE LA SUSTANCIA	
SALUD	<input type="text"/>
INFLAMABILIDAD	<input type="text"/>
REACTIVIDAD	<input type="text"/>
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	<input type="text"/>
RIESGO ESPECIAL	

FUENTE: Ramírez T., Señalización, Escuela Politécnica Nacional, 2011.
 ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

2.5.2 SEÑALIZACIÓN⁴⁶

La señalización es el conjunto de estímulos que una persona recibe y que la hace reaccionar de una manera determinada ante una circunstancia (riesgo) que se pretende resaltar. Su finalidad, es llamar la atención sobre la existencia de situaciones de riesgo especial, e informar sobre el emplazamiento de los equipos útiles para controlarlos o los medios para protegerse. La señalización constituye una técnica de apoyo o complementaria de otras medidas de prevención.

Las características primordiales de una señalización eficaz son:

- **Atraer** la atención
- **Transmitir** el mensaje con la suficiente antelación
- **Interpretar** claramente el riesgo
- **Ofrecer** una posibilidad real de cumplimiento
- **Proporcionar** la información suficiente para poder actuar en consecuencia

2.5.2.1 Tipos generales de señalización

Señalización óptica: se basa en la apreciación de formas y colores, por medio del sentido de la vista.

Señalización acústica: emisión de señales sonoras por altavoces, sirenas y timbres, las cuales conformadas a través de un código conocido, informan un mensaje determinado sin la intervención de la voz humana.

Señalización olfativa: se basa en apreciación de olores predeterminados, difundidos por medio del sentido del olfato.

Señalización táctil: se basa en las distintas sensaciones que se experimentan, cuando se toca algo con alguna parte del cuerpo humano.

2.5.2.2 Colores de seguridad de la señalización y su significado

Los colores y significados de seguridad empleados en la señalización se exponen en la Tabla 2.1.

TABLA 2.1
SIGNIFICADO DE LOS COLORES USADOS EN LA SEÑALIZACIÓN




Color	Significado	Indicaciones y Precisiones
Rojo	Señal de prohibición.	Comportamientos peligrosos.
	Peligro – alarma.	Alto, parada, dispositivos de desconexión, de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios.	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia.	Atención, precaución. Ventilación.
Azul	Señal de obligación.	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde (Blanco)	Señal de salvamento o de auxilio.	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad.	Vuelta a la normalidad.
Negro	Aguas negras, desechos peligrosos líquidos.	Colores de tuberías, fluidos.

FUENTE: Ramírez T., Señalización, Escuela Politécnica Nacional, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En la Tabla 2.2 se representa los tipos de señalización existentes y sus respectivas características.

TABLA 2.2
TIPOS DE SEÑALIZACIÓN Y SUS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS


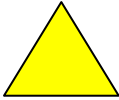

Tipo señalización	Forma general	Forma	Borde (color)	Pictograma (color)	Fondo (color)
Equipos contra incendio		Cuadrilátero (Rectangular o cuadrada)	-	Blanco	Rojo
Evacuación y salvamento		Cuadrilátero (Rectangular o cuadrada)	Verde o amarillo	Blanco o amarillo	Verde o negro
Obligación		Redonda	-	Blanco	Azul

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 2.2

TIPOS DE SEÑALIZACIÓN Y SUS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS

Tipo señalización	Forma general	Forma	Borde (color)	Pictograma (color)	Fondo (color)
Prohibición		Redonda	Rojo	Negro	Blanco
Peligro (advertencia, radiaciones) *		Triangular	Negro	Negro	Amarillo
Seguridad		Cuadrada	-	Blanco	Verde o rojo

(*) El amarillo cubrirá por lo menos el 50% de la superficie de la señal.

FUENTE: Ramírez T., Señalización, Escuela Politécnica Nacional, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

2.5.2.3 Dimensiones de la señalización^{14,46}

Las dimensiones para el diseño de la señalización serán aquellas que cumplan la siguiente ecuación 2.2:

$$s \geq \frac{l^2}{1000} \quad (2.2)$$

Donde:

l: distancia mínima desde la cual la señal debe ser observada, en metros (m)

s: área mínima de la señal, en metros cuadrados (m²)

Para distancias "l" menores a 5 metros, el área "s" es 0,0125 m². Para distancias "l" mayores a 25 metros, el área "s" es 0,125 m².

2.6 EMERGENCIA Y SISTEMA DE EVACUACIÓN

Una situación de emergencia se define como las “circunstancias inesperadas y súbitas que tengan como consecuencia la aparición de situaciones de peligro tanto para trabajadores, población externa como para instalaciones y medio ambiente”.¹⁹

A partir de esta definición nace la necesidad de diseñar un Plan de Emergencia, para actuar frente a una situación de emergencia que pueda presentarse en el interior de un edificio.

2.6.1 PLAN DE EMERGENCIA^{8,19}

El plan de emergencia es la planificación y organización humana para la utilización óptima de los medios técnicos previstos, con la finalidad de reducir las posibles consecuencias negativas sobre las personas, bienes o el ambiente que pudieran derivarse de la situación de emergencia.

Este plan persigue optimizar los recursos disponibles, por lo que su implantación implica haber dotado previamente al edificio de la infraestructura, de los medios materiales y técnicos necesarios, en función de las características propias del edificio y de las actividades que en el mismo se realiza. Lo anterior conlleva haber realizado con anticipación, la identificación y el análisis de los riesgos. Sólo en este momento, cuando el edificio esté correctamente equipado, es posible iniciar con la implantación del Plan de Emergencia.

En general, el plan de emergencia de un edificio constituye una parte importante dentro del diseño del Manual del Sistema de Seguridad Industrial. Para su correcta aplicación, el plan se estructura en cinco documentos:

- Documento 1: Identificación y evaluación del riesgo potencial
- Documento 2: Medios de protección

- Documento 3: Plan de Emergencia
- Documento 4: Evacuación
- Documento 5: Implantación

2.6.1.1 Documento 1: Identificación y evaluación del riesgo

Para la identificación y evaluación del riesgo en un edificio se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Riesgo potencial

Un riesgo potencial puede ser identificado una vez conocidas las situaciones peligrosas existentes en un edificio, con todos sus factores de riesgo determinantes.

Evaluación del riesgo

Para evaluar el riesgo de un edificio se utilizan metodologías que permitan estimar y valorar el riesgo, considerando el tamaño y tipo de edificación, el número de plantas, las actividades que se realizan en este, la ocupación de personas, los materiales que se utilizan dentro de este, entre otros.

Luego se priorizan las áreas o plantas del edificio de acuerdo a la valoración obtenida anteriormente, en riesgo bajo, medio o alto, que permita la elaboración de los mapas de riesgos de todo el edificio.

Planos de situación y emplazamiento

La información recopilada y evaluada del riesgo se representa gráficamente en planos realizados en un formato manejable y a escala adecuada.

2.6.1.2 Documento 2: Medios de protección

En este documento se deben relacionar los medios técnicos y medios humanos necesarios y disponibles para la autoprotección así como, las acciones preventivas y de control para minimizar los riesgos evaluados.

Inventario de medios técnicos y medios humanos

Los medios técnicos permitirán prevenir, detectar, proteger y controlar los riesgos, según el fin para el que fueron diseñados. Entre los más relevantes se mencionan: instalaciones de detección, pulsadores, alarmas, evacuación de humos, extintores, sistemas fijos de extinción, entre otros.

Como medios humanos se consideran a los equipos o brigadas de emergencia, los cuales constituyen un conjunto de personas especialmente entrenadas y organizadas para la prevención y actuación en caso de emergencias dentro del ámbito del establecimiento.

En materia de prevención, la misión de los equipos de emergencia consiste fundamentalmente en evitar la coexistencia de condiciones que puedan originar el siniestro. En materia de protección, la misión consiste en hacer uso de los equipos e instalaciones previstas para dominar el siniestro o en su defecto controlarlo hasta la llegada de ayuda externa, procurando, en todo caso, que el costo en daños humanos sea nulo o el menor posible.

Para ello, las brigadas o equipos deberán estar informados de la dotación de los medios de que se dispone, formados en su utilización y entrenados a fin de optimizar su eficacia.

Los equipos o brigadas se denominarán en función de las acciones que deban desarrollar sus miembros, y son los siguientes:

- Equipo o brigada de alarma y evacuación (E.A.E.).

- Equipo o brigada de primeros auxilios (E.P.A.).
- Equipo o brigada de Primera Intervención (E.P.I.).
- Equipo o brigada de Segunda Intervención (E.S.I.).

Equipo o brigada de alarma y evacuación (E.A.E.)

Se encarga principalmente de: preparar la evacuación, comprobando que las vías de evacuación sean las adecuadas, toma de puestos en puntos estratégicos de las rutas de evacuación, etc. La conducción de personas durante la evacuación involucrará lo siguiente:

- Conducción y barrido de personas hacia las vías de evacuación.
- En las puertas, controlando la velocidad de evacuación e impidiendo aglomeraciones.
- En los accesos a escaleras, controlando el flujo de personas.
- Impidiendo la utilización de los ascensores en caso de incendio.
- En las salidas al exterior, impidiendo las aglomeraciones de sujetos evacuados cerca de las puertas.

El E.A.E se encargará también de comprobar la evacuación del edificio y controlar las ausencias de las personas en el punto de reunión exterior una vez que se haya realizado la evacuación.

Entre otras características, estas personas deben tener serenidad y saber infundir y transmitir tranquilidad a los demás.

Equipo o brigada de primeros auxilios (E.P.A.)

“Su misión será prestar primeros auxilios a los lesionados durante una emergencia. Para ello deberá estar capacitado para decidir la atención a prestar a los heridos de forma que las lesiones que presentan no empeoren y proceder a la estabilización de los lesionados graves, a fin de ser evacuados. Así mismo, deben tener el criterio de priorización ante la atención de lesiones.

Para un correcto y eficaz desarrollo de su cometido, los integrantes de los E.P.A. deberán tener formación y adiestramiento en emergencias médicas, urgencias médicas, inmovilización, movilización y transporte de heridos”.¹⁹

Equipo o brigada de Primera Intervención (E.P.I.)

Sus obligaciones serán las siguientes:

- Importante labor preventiva, con conocimiento de normas fundamentales de la prevención de incendios.
- Combatir conatos de incendio con extintores portátiles (medios de primera intervención) en su zona de actuación (planta, sector, etc.). Fuera de su zona de actuación, los integrantes del E.P.I. serán un ocupante más del establecimiento, a no ser que sea necesaria su intervención en otras zonas (en casos excepcionales).
- Apoyar al equipo o brigada de segunda intervención cuando así se requiera (tendido de mangueras, etc.).

El número de integrantes del E.P.I. será similar al número de unidades extintoras colocadas. La actuación de los miembros de este equipo será siempre por parejas. En caso de necesitar ayuda de otros E.P.I., éstos serán siempre de plantas inferiores al incendio.

En caso de existir sistemas fijos de extinción en alguna zona del edificio, el E.P.I. deberá conocer su operación.

Además, los integrantes del E.P.I. tendrán una formación en los siguientes temas: conocimiento del fuego, métodos de extinción, agentes extintores, extintores portátiles, prácticas de extinción con extintores portátiles, operaciones en sistemas fijos de extinción (en su caso) y plan de emergencia.

Equipo o brigada de Segunda Intervención (E.S.I.)

El equipo o brigada de segunda intervención representa la máxima capacidad extintora del establecimiento, y actúa en cualquier punto del establecimiento donde se pueda producir una emergencia de incendio.

Sus integrantes deben ser personas localizables permanentemente durante la jornada laboral mediante algún medio de transmisión fiable (llamada colectiva, radio, etc.).

Estas personas deben tener formación y adiestramiento adecuados en el combate de los distintos tipos de fuego que puedan existir en el establecimiento, con los medios de primera intervención (extintores portátiles), de segunda intervención (mangueras), así como, de equipos especiales (sistemas fijos de extinción, equipos de respiración autónoma, etc.). Así mismo, deben conocer exhaustivamente el plan de emergencia

El E.S.I. debe estar compuesto por lo menos por tres personas, pudiendo formar más de un equipo cuando las circunstancias de amplitud del establecimiento lo requieran (tiempos de intervención demasiado dilatados, etc.).

La dirección de los equipos de emergencia será llevada a cabo por dos jefes, cuya misión se expone a continuación:

Jefe de Intervención (J.I.)

Este jefe dirigirá las operaciones de extinción en el punto de la emergencia, donde representa la máxima autoridad, e informará y ejecutará las órdenes que reciba del jefe de emergencia (J.E.) a través de algún medio de comunicación fiable.

El J.I. será una persona permanentemente localizable durante la jornada laboral al igual que los integrantes del E.P.I. y E.S.I., con un conocimiento teórico-práctico

bastante profundo en seguridad contra incendios, buenas dotes de mando y un profundo conocimiento del plan de emergencia.

A la llegada del apoyo externo para la extinción, el J.I. les cederá el mando de las operaciones, informando y colaborando con los mismos en lo que le sea solicitado.

Jefe de Emergencia (J.E.)

Este jefe es la máxima autoridad en el establecimiento durante las emergencias, y actuará desde el centro de control (lugar donde se centraliza las comunicaciones), de acuerdo a las informaciones que reciba del jefe de intervención desde el punto de la emergencia.

El J.E. debe poseer sólidos conocimientos de seguridad contra incendios y del plan de emergencia, siendo una persona con dotes de mando y localizable durante las 24 horas del día, y decidirá el momento de la evacuación del establecimiento.

Planos del edificio por plantas

En los planos se representará gráficamente la localización de los medios de protección y vías de evacuación existentes.

Estos planos serán elaborados en un formato manejable y a escala adecuada, y contendrán como mínimo la siguiente información:

- Compartimentación.
- Vías de evacuación principales y alternativas.
- Medios de detección y alarma.
- Sistemas de extinción fijos y portátiles, manuales y automáticos.
- Señalización y alumbrado de emergencia.
- Almacén de materias inflamables y otros locales de especial peligrosidad.

- Ocupación por zonas.
- Ubicación de equipos de emergencia.

2.6.1.3 Documento 3: Protocolo de alarma y comunicaciones para emergencias

Este documento contiene el esquema de actuaciones a realizarse en caso de emergencia, considerando los riesgos potenciales y los medios de protección con los que se cuenta.

Detección de la emergencia

Consiste en la descripción del tipo de detección (humana o automática) que tiene el edificio en caso de una emergencia.

Aplicación de la alarma

Para que el plan tenga la característica de ser operativo, debe tener una respuesta clara, concreta y concisa a las preguntas ¿qué se hará?, ¿quién lo hará?, ¿cuándo?, ¿cómo? y ¿dónde se hará?, organizando el recurso humano con los medios necesarios.

Clasificación de emergencias

Los planes de actuación se elaborarán de acuerdo a la gravedad de la emergencia, las dificultades de controlarla, sus posibles consecuencias y la disponibilidad de medios humanos.

De acuerdo a la gravedad, la emergencia se clasifica en distintos niveles:

Conato de emergencia: situación que puede ser controlada y solucionada por el personal y medios de protección del local, dependencia o sector, de forma sencilla y rápida.

Emergencia parcial: situación que para ser dominada requiere la intervención de equipos especiales del sector. No es previsible que afecte a sectores colindantes.

Emergencia general: situación cuyo control requiere de todos los equipos y medios de protección propios y la ayuda de medios de socorro y salvamento externos. Generalmente se deben realizar evacuaciones totales o parciales.

De acuerdo a la disponibilidad de medios humanos, los planes de actuación pueden clasificarse en diurnos (a turno completo y en condiciones normales de funcionamiento), nocturnos, días festivos, y vacacionales.

Acciones

Las distintas situaciones de emergencias requieren la intervención de medios y personas que garanticen en todo momento:

- La alerta, que de la forma más rápida posible pondrá en acción a los medios humanos (equipos o brigadas) para informar al personal restante y a las ayudas externas.
- La alarma para la evacuación de los ocupantes.
- La intervención para el control de las emergencias.
- El apoyo para la recepción e información a los servicios de ayuda exterior.
- Sistemas de comunicación como teléfonos, transmisores, alto parlante, otros.

Para lograr una correcta coordinación entre todos los grupos actuantes ante una emergencia y dar eficacia y fluidez a las órdenes que darán lugar a la activación de las distintas acciones a tomar, es recomendable centralizar en un centro de control la información y toma de decisiones durante el desarrollo de una situación de emergencia, además de los medios de comunicación interior y exterior, números de teléfono importantes, centrales de alarma y toda la información necesaria durante una emergencia. El centro de control estará ubicado en un lugar accesible y seguro del edificio.

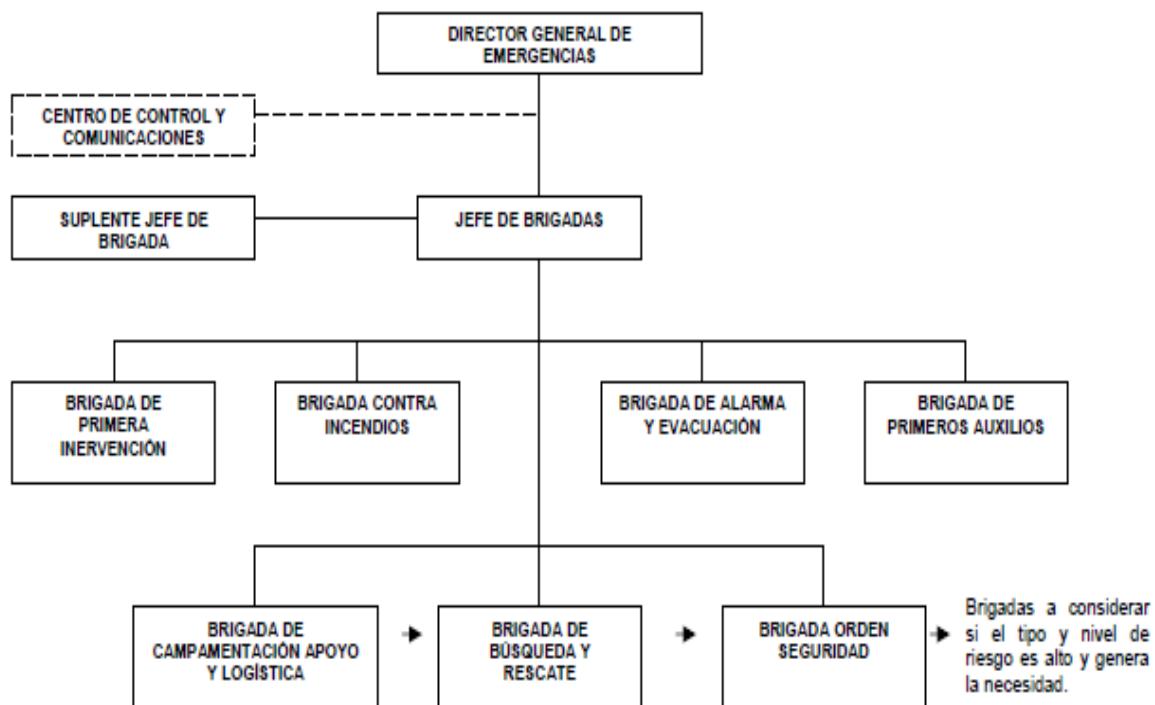
Otro punto que permitirá una reacción inmediata y correcta ante una emergencia es el entendimiento de los sistemas de alarma por todo el personal de la organización, con la finalidad de que conozcan el tipo de emergencia (generada por personas o la naturaleza) y las fases de la alarma independiente (alerta y reacción).

Esquemas operacionales para el desarrollo del plan

Se diseñarán diagramas de flujo que contengan las secuencias de actuación de cada equipo o brigada en función de la gravedad de la emergencia. Estos esquemas se referirán de forma simple a las operaciones a realizarse en las acciones de alerta, intervención y apoyo entre las jefaturas y los equipos (Figura 2.4).

FIGURA 2.4

DIAGRAMA DE ACTUACIÓN EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE EMERGENCIA



FUENTE: Cuerpo de Bomberos DMQ, "Formato para la Elaboración de Planes de Emergencia", Ecuador, 2009.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Composición de las brigadas y del sistema de emergencias

Detallar las personas que conforman la organización de las brigadas y del sistema de emergencias (nombres, función dentro de la empresa, organización o institución, número de elementos, ubicación, contactos).

Coordinación interinstitucional

La coordinación interinstitucional para la atención a una emergencia se refiere a las acciones llevadas a cabo con instituciones u organizaciones externas, en caso de activación del plan de emergencia.

Actuación durante la emergencia

Se refiere a los procedimientos de actuación de cada equipo o brigada, del sistema de emergencia y de todo el personal en caso de suscitarse una emergencia o evento adverso, que deberá responder a las preguntas ¿qué hacer? y ¿cómo se debe hacer?

Actuación especial

Los procedimientos de actuación especial se refieren a momentos o días en los cuales no se están desarrollando las actividades normales en el edificio (la noche, días festivos, vacaciones, entre otros), pero que sin embargo, es necesario tener claro las acciones a seguir ya que podrían originarse emergencias.

Actuación de rehabilitación de emergencia

Establecer los procedimientos para rehabilitar y retomar la continuidad de las actividades, después de terminada la emergencia.

Crear un cuadro para registro de evaluación del personal afectado, para su respectivo tratamiento.

Establecer un sistema para la evaluación del plan, su continuidad o reformulación en caso de ser necesario.

2.6.1.4 Documento 4: Evacuación

La evacuación en una edificación se define como la acción de desocupar ordenada y planificadamente un lugar, y es realizado por los ocupantes por razones de seguridad ante un peligro potencial o inminente. Además, el concepto de evacuación incluye el desplazamiento de bienes y/o documentos (valores) de vital importancia para la organización.

El principal objetivo es evitar pérdidas humanas, y para lograrlo se debe cumplir con el siguiente postulado: “debe ser organizada, rápida y oportuna”.

Desde de un análisis de riesgos que permita estimar el riesgo y las amenazas de incidentes que pudieran afectar parcial o totalmente a las personas o de los bienes, instalaciones y/o población, la evacuación se desarrolla de acuerdo a las decisiones de evacuación, que se presentan a continuación.

Decisiones de evacuación

Los criterios para evacuar al personal son: total, parcial, insitu y otros.

Evacuación total: la decisión de una evacuación total se tomará cuando existan las siguientes situaciones: incendio, temblor fuerte, terremoto, atentado de bomba, conmoción social o cualquier otra situación que tenga el potencial de dañar o afectar severamente a las personas, recursos materiales, la edificación y a otras propiedades cercanas a esta.

Evacuación parcial: la disposición para una evacuación parcial se tomará cuando existan las siguientes situaciones: incendio localizado, atentado de bomba o cualquier otra situación con el potencial de dañar o afectar medianamente a las personas, recursos materiales o la edificación.

Evacuación insitu: la disposición para una evacuación insitu se tomará cuando existan situaciones que puedan dañar o afectar levemente a las personas, recursos materiales de un área determinada del edificio.

Otros criterios para evacuar: el jefe de emergencia autorizará la evacuación, de acuerdo a determinadas razones que lo ameriten.

Vías de evacuación y salidas de emergencia

Todo el personal debe tener conocimiento sobre las vías de evacuación, medios de escape, escaleras de evacuación, señalización, zona de seguridad o encuentro y demás elementos necesarios para que la evacuación sea exitosa.

Procedimientos para la evacuación

Los procedimientos necesarios para las fases de la evacuación (detección de peligro, alarma, preparación para la salida), consideran los eventos detectados en la evaluación de riesgos. Además, se debe considerar la evacuación especial para mujeres embarazadas, personas especiales, ancianos, entre otros.

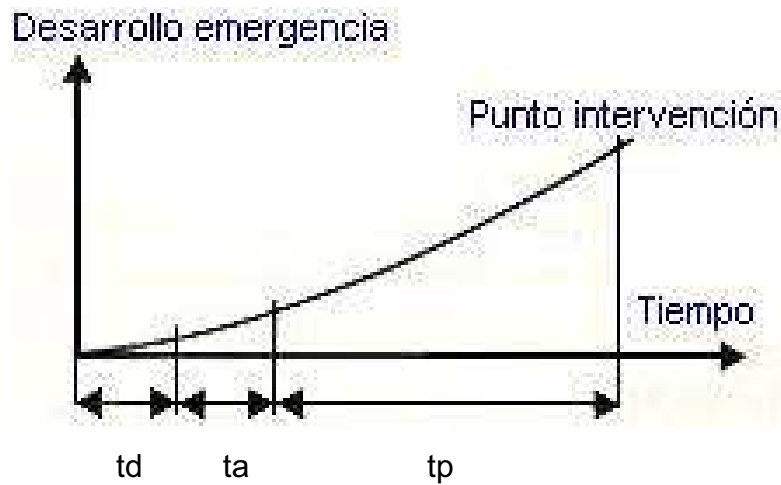
A continuación se definen aspectos de interés a considerar en los procedimientos de evacuación.

Tiempo de Intervención en Emergencias¹⁷

En caso de una emergencia se realiza toda una serie de acciones para limitar sus consecuencias, lo cual conlleva a evacuar, intentar la extinción con medios propios, avisar a bomberos, etc., para cuyo éxito se debe tener presente que cualquier acción tomada, implica un tiempo de retardo durante el cual la emergencia se ha desarrollado y su control se hace cada vez más difícil, tal como se indica en la Figura 2.5.

FIGURA 2.5

TIEMPO DE INTERVENCIÓN EN EMERGENCIAS



t_d : tiempo invertido en detectar la emergencia

t_a : tiempo para alarmar

t_p : tiempo de preparación

FUENTE: NTP 45: Plan de emergencia contra incendios, Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales – España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1983.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Antes de alcanzar el punto de intervención transcurrirá un tiempo invertido en:

- Detectar la emergencia (t_d).
- Alarmar a las personas que vayan a intervenir (t_a).
- En que dichas personas se preparen y preparen los medios apropiados (t_p).

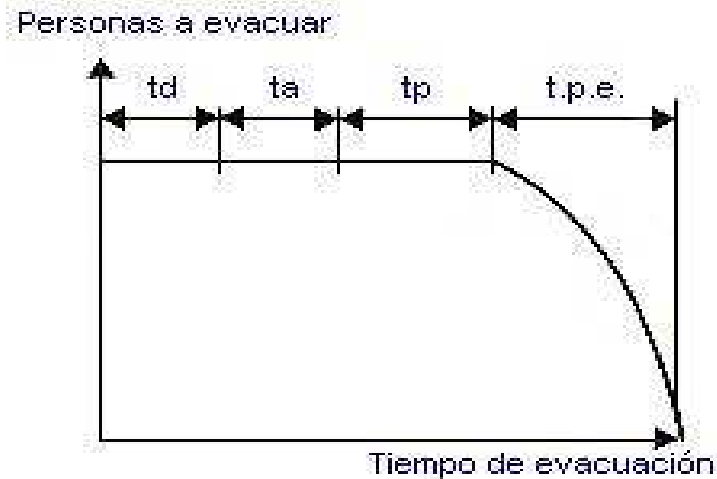
Tiempo de Evacuación¹⁷

De acuerdo a la Figura 2.6, para un número “N” de personas a evacuar en una determinada situación, nadie evacuará hasta haber transcurrido un tiempo invertido en:

- Detectar la emergencia (t_d).
- Alarmar a las personas que deban evacuar (t_a).

- Que dichas personas identifiquen la vía de evacuación por donde deban evacuar y se dirijan hasta su acceso (tp).

FIGURA 2.6
TIEMPO DE EVACUACIÓN



t_d : tiempo invertido en detectar la emergencia

t_a : tiempo para alarmar

t_p : tiempo de preparación

$t.p.e.$: tiempo de evacuación

FUENTE: NTP 45: Plan de emergencia contra incendios, Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales – España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1983.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

La capacidad de ocupación de personas en el edificio se determinará previamente, para establecer los tiempos de evacuación.

Determinación de la capacidad de ocupación de usuarios según la normativa⁷

Según el documento “Sistema de Evacuación Sectorial” propuesto por la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) de Guatemala, para la determinación de la ocupación se deberá suponer que todas las partes de un edificio estarán ocupadas al mismo tiempo.

Además, de acuerdo al “Documento Básico SI Seguridad en caso de Incendio” del Código Técnico de la Edificación de España, el cálculo de ocupación debe

realizarse considerando dos aspectos importantes, en función de la superficie útil de cada área y del uso de las diferentes zonas de un edificio.

Los tiempos de detección, alarma, preparación y evacuación son eslabones que forman parte de una cadena. Esta cadena puede fallar por el eslabón más débil, y si eso sucede el plan de emergencia fallará, por lo que es importante calcular la ocupación de cada planta del edificio en el momento de evacuación, conocida con el nombre de “Ocupación en el momento de evacuación (P)”, cuya ecuación y forma de determinación se presentan en el Capítulo 4 “Metodología”, numeral 4.7.4.

Sistema de evacuación⁷

Un sistema de evacuación es un “conjunto de elementos que se relacionan de manera dinámica entre sí, para salvaguardar la vida, movilizandolos personas de un punto de riesgo o impactado a un lugar seguro a través de rutas señalizadas”⁷.

Los sistemas de evacuación constituyen una parte primordial en la planificación y programación del plan de emergencia e involucran muchos aspectos físicos, de mantenimiento y de normativa, como las escaleras de evacuación, accesos, pasillos, señalización, entre otros.

En una situación de emergencia, la evacuación permite salvar las vidas de quienes habitan la zona afectada o de posible afectación. Los evacuados han de trasladarse a un sitio seguro y dependiendo de la naturaleza del evento, se puede realizar una evacuación por periodos cortos o de tiempo indefinido.

Recomendaciones de evacuación dependiendo del tipo de uso del edificio⁷

Las recomendaciones de evacuación existen para edificios de: uso público, justicia, actividades culturales, instalaciones deportivas, centros hospitalarios y de salud, centros comerciales, pero únicamente se expondrán las recomendaciones para los centros educativos y de administración.

- Centros educativos

Los modelos de evacuación del sistema educativo son procesos que se llevarán a cabo a través del comité escolar de gestión para la reducción del riesgo. Las recomendaciones a seguir son:

- Educar a la población estudiantil sobre el que hacer en caso de emergencia.
- Asignar a un responsable el cual se asegurará que todos hayan salido hacia el punto de reunión y que ninguna persona retorne.
- Controlar el orden de salida de los alumnos, en cada nivel cercano a las escaleras.
- Realizar la evacuación en el menor tiempo posible.
- Identificar y señalizar las rutas de evacuación.
- Asegurar que las rutas identificadas se encuentren expeditas.
- Señalizar los lugares seguros como puntos de reunión.
- Colocar dispositivos audibles y visuales.
- Definir los responsables y cada una de sus funciones para la activación de los dispositivos o un sistema automatizado.
- Definir las prioridades en la evacuación.
- Establecer la metodología para la evacuación.
- Establecer los responsables y las medidas de seguridad para desactivar dispositivos eléctricos, material peligroso, entre otros.

- Edificios de administración

Se concentra un grupo de personas que trabaja en horarios establecidos, y que recibe cantidades mínimas de visitantes que permanecen en periodos cortos y en ambientes restringidos. Las recomendaciones a considerar son:

- Educar a la población estudiantil, de profesores y administrativa del que hacer en caso de emergencia.

- Asignar a un responsable el cual se asegurará que todos hayan salido hacia el punto de reunión y que ninguna persona retorne.
- Identificar internamente los lugares seguros de la edificación (que no existan objetos ubicados en espacios aéreos, lejos de ventanas entre otros).
- Identificar posibles rutas de evacuación y señalizarlas.
- Asegurarse que las rutas identificadas se encuentren libres.
- Establecer la señalización.
- Identificar externamente los lugares seguros como puntos de reunión (área recreativa, parqueo, áreas verdes).
- Colocar dispositivos audibles y visuales (alarma).
- Controlar el orden de salida de los alumnos, en cada nivel cercano a las escaleras.
- Realizar la evacuación en el menor tiempo posible.
- Establecer prioridades en la evacuación (Personas adultas, mujeres embarazadas, niños, personas con capacidades especiales).
- Establecer la metodología para la evacuación (si hay gradas, rampas, escaleras de emergencia).
- Establecer las responsables y medidas de seguridad para desactivar dispositivos eléctricos, material peligroso, etc.
- Para que la implementación del sistema de evacuación sea eficaz y cumpla con su objetivo, se deben tomar en cuenta primero las disposiciones de la legislación y normativas disponibles especialmente a nivel nacional.

Mapa de evacuación

Las vías de evacuación, zona de seguridad o punto de encuentro, escaleras de evacuación, lámparas de emergencia u otros, deben constar en un mapa, que se adjuntará en el plan de emergencia.

2.6.1.5 Documento 5: Implantación

“Por implantación del plan de emergencia se entiende el conjunto de medidas a tomar o secuencia de acciones a realizar para asegurar la eficacia operativa del mismo.”¹⁹

Programación del sistema de señalización

Este programa constituye la implantación del sistema de señalización para advertencia, obligación, prohibición, evacuación e información, mediante la identificación con colores, señales, letreros y pictogramas de acuerdo a la normativa.

Carteles informativos

Se deben implementar carteles informativos (trípticos, afiches, etc.) de manera resumida para mapas de riesgos, procedimientos de emergencia, insumos, evacuación, entre otros.

Es necesario disponer carteles con consignas sobre prevención de riesgos y actuación en caso de emergencia, además de hojas informativas personales, como información para los visitantes y usuarios del establecimiento.

Programación de la capacitación y mantenimiento

Es preciso programar una capacitación dirigida a las personas que laboran en el edificio, donde se expongan temas como el manejo de extintores, la prevención y control de incendios, primeros auxilios, evacuación, etc., que se dictarán en cursos anuales especialmente para las brigadas de emergencia, altos y bajos mandos. Se debe incluir las fechas tentativas, los responsables y la temática a tratar.

El programa anual se preparará con su correspondiente calendario, que comprenderá las siguientes actividades:

- Cursos periódicos para la formación y el adiestramiento del personal.
- Mantenimiento de aquellas instalaciones que representen un riesgo potencial de incendio.
- Mantenimiento de las instalaciones de detección, alarma y extinción.
- Inspecciones de seguridad.
- Simulacros de emergencia.

Programación de simulacros⁵

“Un simulacro de evacuación es la representación de una respuesta de protección ante una emergencia causada por uno o más fenómenos o agentes perturbadores. Durante el ejercicio se simulan diversos escenarios, lo más cercanos a la realidad, con la finalidad de probar y preparar la respuesta más eficaz ante eventuales situaciones reales de perturbación.”¹⁷

La implantación del programa de simulacros permite que el personal del edificio, institución o empresa practique las acciones previstas en el plan de emergencia, en una modalidad de ejecución que se asemeja a la realidad. Los simulacros constituyen el medio mediante el cual se revisan las políticas y procedimientos establecidos para los casos de emergencia, para confirmar que lo planeado es sencillo y eficiente. Quizás los simulacros revelen deficiencias, las cuales pueden remediarse durante una situación de emergencia simulada, en vez de tratar de encontrar soluciones durante una emergencia real.

Para generar la información requerida para la realización de un simulacro, los responsables de su diseño y planeación determinarán el tipo de riesgo al que están expuestos el personal, el inmueble y el entorno. De acuerdo al tipo de riesgo se orientará la operación de los brigadistas y jefes de brigadas, quienes supervisarán la ejecución de los ejercicios de simulacros.

Los brigadistas se guiarán por los siguientes principios:

- Responder a los propósitos establecidos en el plan de emergencia.
- Ser ejecutado con técnicas conocidas, personal entrenado y el equipo necesario.
- Realizarse dentro del tiempo establecido.
- Estar apegados a las condiciones preestablecidas y cercanas a la realidad.
- Observar las variables del ejercicio de simulacro.
- No poner en riesgo a la comunidad y a los grupos de respuesta que intervienen.

En la Tabla 2.3 se exponen los tipos de simulacros de acuerdo a la operatividad y programación:

TABLA 2.3

TIPOS DE SIMULACROS

OPERATIVIDAD	<p>GABINETE No implican desplazamiento de recursos humanos o técnicos. Son de escritorio.</p> <p>OPERATIVOS Ejecución de las actividades planeadas. Participan brigadistas y personal.</p>
PROGRAMACIÓN	<p>CON PREVIO AVISO Los <u>brigadistas</u> y el <u>personal</u> conocen la fecha y hora en que se realizará el simulacro.</p> <p>SIN AVISO <u>Únicamente</u> los brigadistas conocen la fecha y la hora en que se efectuará el simulacro</p>

FUENTE: Cuero B. R., Guía práctica de Simulacros de Evacuación, Centro Nacional de Prevención de Desastres, S.G., México, 1995.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los ejercicios y prácticas de simulacros deben ser programados para realizarse al menos dos veces por año, con la coordinación y apoyo de las jefaturas zonales del Cuerpo de Bomberos.

Los objetivos principales de los simulacros son:

- Detectar errores u omisiones tanto en el contenido del plan de emergencia, como en las actuaciones a realizarse para su puesta en práctica.
- Habituar a los ocupantes a evacuar el edificio.
- Prueba de idoneidad y suficiencia de equipos y medios de comunicación, alarma, señalización, alumbrados especiales y de extinción en su caso.
- Adquirir experiencia y soltura en el uso de equipos y medios de emergencia.
- Estimación de tiempos de evacuación, de intervención de equipos propios y de intervención de ayuda externa.

La preparación de los simulacros debe ser exhaustiva, dejando el menor espacio posible a la improvisación, y anticipándose a los problemas que la interrupción de la actividad pueda ocasionar. Se debe disponer de personal para el cronometraje.

En un primer simulacro, la información al personal debe ser total, incluso indicando día y hora. De acuerdo a los resultados que se vayan obteniendo se disminuirá la información gradualmente, hasta llegar a realizar los simulacros sin previo aviso, con lo que se conseguirá que las actuaciones se desarrollen casi de manera automática. Además, será necesario contemplar la posibilidad de emergencia real durante el simulacro, y disponer de los medios necesarios para su control.

Responsabilidad

En el titular de la actividad recae la responsabilidad de implantación del plan de emergencia.

Durante la implantación del plan de emergencia participarán activamente el personal directivo, personal técnico, mandos intermedios y trabajadores del establecimiento.

Organización

“Coordinación de acciones necesarias para la implantación y mantenimiento del plan de emergencia, a través de un jefe de emergencia o de un comité de emergencia en los casos en que se considere preciso.”¹⁹

Programa de implantación

“Siguiendo un orden de prioridades y de acuerdo con un calendario, se programarán las actividades siguientes:

- Inventario de factores que influyen en el riesgo potencial.
- Inventario de los medios técnicos de autoprotección.
- Evaluación del riesgo.
- Confección de planos.
- Redacción del manual de emergencia y planes de actuación.
- Incorporación de los medios técnicos que deban ser utilizados en los planes de actuación.
- Redacción de consignas de prevención y actuación en caso de emergencia para el personal del establecimiento y los usuarios del mismo.
- Confección de planos "Usted está aquí" (croquis de distribución en planta y vías de evacuación).
- Redacción de las consignas de prevención y actuación en caso de emergencia para los componentes de los equipos.
- Reuniones informativas con el personal.”¹⁹

Investigación de siniestros

“En caso de producirse una emergencia en el establecimiento se investigarán las causas que posibilitaron su origen, propagación y consecuencias, analizando el comportamiento de las personas y los equipos de emergencia y adoptando las medidas correctoras necesarias. Posteriormente, se redactará un informe que

recoja los resultados de la investigación y que se remitirá al Cuerpo de Bomberos.”¹⁹

Legalización

En caso de legalizar el presente plan de emergencia descrito, se deberá considerar lo siguiente:

- Firma y número de RUC del representante legal de la empresa, institución u organización; incluir el número de cédula del representante de seguridad y salud del trabajo, y el número RUC de la persona jurídica, asesora del plan de emergencia (opcional).
- Presentación del plan de emergencia a las Jefaturas Zonales del Cuerpo de Bomberos del DMQ, cuyo plan ya deberá estar implantado e integrado, o por lo menos en vías de implantación.
- Entrega de dos documentos originales del plan de emergencia con sus anexos, y de un juego adicional de impresiones a color y plastificados, de los planos, mapas o croquis que se encuentran en los anexos ya mencionados.
- Comprobación de la implantación del plan de emergencia en la empresa, institución u organización, por parte de los inspectores del CB-DMQ.

2.7 NORMATIVA VIGENTE

La normativa de actual vigencia que se considera en el presente proyecto se describe rápidamente a continuación, recalcando los reglamentos y normas nacionales con las consideraciones generales de los temas a tratar.

- Constitución de la Republica del Ecuador; Título VI, Capítulo sexto, Sección tercera, Artículo 326 y Título VII, Sección novena, Artículo 389.

El artículo 326, numeral 5, hace referencia a que “toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”, mientras que el artículo 389, se refiere a la protección a las personas por parte del Estado, frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico.

- Ordenanza Municipal N° 3746, Normas de Arquitectura y Urbanismo para el Distrito Metropolitano de Quito, 02 de Julio de 2009.

Capítulo I, Disposiciones generales, Sección 3ra., Accesibilidad al medio físico, trata de “facilitar el acceso y el uso de espacios abiertos o construidos de uso público y comunal a las personas en general y en especial a aquellas con capacidad reducida”.

Se considera el Capítulo III Normas para edificar, Sección 1ra. Normas generales para edificar, Parágrafo 3ro. Iluminación y Ventilación, Parágrafo 4to. Circulaciones, Parágrafo 5to. Accesos y Salidas, Parágrafo 6to. Ascensores o elevadores. También se considera la Sección 3ra. Protección contra Incendios y construcciones sismoresistentes, Parágrafo 1ro. Protección contra incendios, Parágrafo 2do. Construcciones sismoresistentes. Sección 4ta. Normas específicas de edificación por usos, Parágrafo 3ro. Edificaciones para educación.

- Registro oficial N° 114, Edición especial, Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, Quito, 2 de abril del 2009.

Las disposiciones de este reglamento serán aplicadas para proyectos en edificaciones de actividad educativa, concentración de público, y de toda actividad que represente riesgo de siniestro. De este reglamento se consideran el Capítulo II Precauciones estructurales y el Capítulo III Procedimientos de registro y autorización.

- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Decreto ejecutivo 2393 del 17 de noviembre de 1986.

De este documento se consideran de importancia y aplicación para el presente proyecto las siguientes secciones: Título II (Capítulo II Edificio y locales, Capítulo V Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos), Título V (Capítulo I Prevención de incendios).

- Decisión 584, Sustitución de la Decisión 547, Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Octubre 2005.

Se consideran los siguientes capítulos: Capítulo I Gestión de la seguridad y salud en el trabajo, que hace referencia a la gestión administrativa y técnica del talento humano. Capítulo II Medidas de protección a los trabajadores. Se incorporarán conceptos de trabajo decente, en los términos en que la OIT los ha propuesto y definido, resaltando que uno de los elementos para lograr tal objetivo es mejorar las condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo, y así elevar la protección física y mental de los trabajadores.

El Instrumento Andino propone el establecimiento de una política nacional para el mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, de los países miembros; esta política tiene un énfasis en la prevención de riesgos y daños laborales. Dentro de sus objetivos específicos se contemplan: el fortalecimiento de la coordinación institucional, la definición de las atribuciones de los órganos competentes, la elaboración periódica de perfiles nacionales en seguridad y salud en el trabajo, la normalización técnica en la materia, y la introducción en las empresas del concepto aplicado de sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo.

- Resolución Administrativa No. 036-CG-CBDMQ-2009, Formato para la elaboración del plan de emergencia, 15 de junio del 2009.

En esta resolución se describe la redacción del plan de emergencia, así como cada paso para su implantación y difusión.

- Código del Trabajo del Ecuador, Título IV, Capítulo I De los riesgos del trabajo.

Este capítulo hace referencia a los riesgos del trabajo, el cual fue promulgado pensando en la protección de los trabajadores que se desempeñan en un esquema de subordinación y remuneración formal.

- Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas, Registro Oficial No. 249, 10 de enero de 2008, Ecuador.
- Norma NTE INEN 439, Señales y símbolos de seguridad.
- Norma NTE INEN 440, Colores de identificación de tuberías.
- Norma NTE INEN-OHSAS 18002:2010, Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Directrices para la implementación de INEN-OHSAS 18001:2007.
- Norma NTE INEN 1126:84, Ventilación natural de edificios. Requisitos * 6.
- Norma ISO 26000, noviembre 2010, Responsabilidad Social
- Norma Técnica OHSA 18001:2007, Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
- NFPA 10, Norma para extintores portátiles contra incendios, Edición 2007.

CAPÍTULO 3

SITUACIÓN ACTUAL DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

3.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional se construyó aproximadamente en el año 1980.

Inicialmente funcionó la Facultad de Ingeniería Civil, y posteriormente se instalaron las oficinas del Instituto Geofísico y el Centro de Educación Continua (CEC). Aproximadamente en el año de 1999 se iniciaron las actividades de la Carrera de Ingeniería Ambiental. Actualmente, en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se llevan a cabo actividades docentes, administrativas, de investigación y de servicios.

Las instalaciones del edificio constan de las siguientes plantas: planta baja, mezzanine, seis pisos y la terraza.

A continuación se presenta la información de interés recogida de la inspección realizada a cada planta del edificio, a partir del mes de abril del año 2011, la cual fue utilizada para desarrollar las metodologías de evaluación del riesgo, expuestas en el Capítulo 4, en el numeral 4.1.2.

En el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de distribución actual) se presenta la distribución en planta de cada piso del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. Además, en este anexo se exponen los mapas de distribución futura propuestos por la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, especialmente para el mezzanine, segundo, cuarto y quinto piso.

3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA BAJA

Para la descripción de la planta baja del edificio se consideraron los siguientes tópicos, para la recolección de información:

- Distribución en planta
- Personal y usuarios
- Accesos

3.1.1.1. Distribución en planta

La división de la planta baja considerada de interés para el presente estudio es la siguiente:

- Laboratorio de Ensayo de Materiales
- Laboratorio de Hormigón
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Cuarto del Densímetro Nuclear
- Cuarto del Generador Hidromecánico
- Taller-Bodega
- Bodegas
- Baterías higiénicas
- Oficina
- Cuarto de Bombas
- Cafetería
- Vivienda del mensajero

3.1.1.2. Personal y usuarios

De la información recopilada en el lugar, se dio a conocer que el personal que labora en la planta baja es el siguiente:

- Personal por contrato: cuatro (4) estudiantes egresados
- Obreros: un (1) persona fija y dos (2) personas que trabajan una semana cada dos meses
- Profesores: tres (3) personas
- Alumnos: Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental y Facultad de Geología

3.1.1.3. Accesos

Para ingresar a la planta baja existen tres posibles entradas desde el exterior: la primera es la entrada principal al edificio, y las otras dos se encuentran ubicadas al costado derecho del mismo (puertas lanford). Una de estas puertas lanford se conecta con el Laboratorio de Ensayo de Materiales y además permite el ingreso vehicular. La otra puerta lanford es de uso poco regular, y permite el ingreso al Taller – Bodega desde el exterior.

Además es importante mencionar que el acceso al área de los laboratorios de Ingeniería Civil, directamente desde la entrada principal al edificio, permanece con cadena y candado, ya que solo se abre en caso de ingreso de materiales y equipos.

En el interior de la planta existen dos accesos de gradas hacia el mezzanine. El acceso por el ala este permanece constantemente habilitado; el acceso por las gradas del ala oeste permanece cerrado para prevenir robos en el lugar, según las entrevistas realizadas al personal.

3.1.2 DESCRIPCIÓN DEL MEZZANINE

Para la descripción del mezzanine del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se consideraron los siguientes tópicos en la recolección de información:

- Distribución en planta

- Personal y usuarios
- Accesos

3.1.2.1 Distribución en planta

La división del mezzanine considerada de interés para el estudio es la siguiente:

- Gabinete de Topografía
- Laboratorio de Ingeniería Ambiental
- Aula de Audiovisuales
- Aulas (M12, M17-M18)
- Oficinas (M13, M14, M15-M16, M19, M20)
- Baterías higiénicas

3.1.2.2 Personal y usuarios

De la información recopilada en el lugar, se dio a conocer que el personal que labora es el siguiente:

- Trabajadores: una (1) persona
- Auxiliares de los laboratorios de Ingeniería Civil: cuatro (4) personas
- Profesores: cinco (5) personas
- Auxiliar del Laboratorio de Ingeniería Ambiental: una (1) persona
- Alumnos: Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental y ESFOT.

3.1.2.3 Accesos

Los accesos al mezzanine desde la entrada principal al edificio son la escalera y los dos ascensores. Además, desde la planta baja existen dos escaleras que se comunican directamente con el mezzanine.

3.1.3 DESCRIPCIÓN DEL PRIMER PISO

La información recopilada en la inspección del primer piso se resume en tres tópicos para una mejor comprensión:

- Distribución en planta
- Personal y usuarios
- Accesos

3.1.3.1 Distribución en planta

La división en planta del primer piso es la siguiente:

- Laboratorio de Física
- Oficina de Ayudantes del Laboratorio de Física
- Oficina de Profesores del Laboratorio de Física
- Bodega
- Laboratorio de Investigación MALDITOF
- Oficinas administrativas y de profesores del Departamento de Física
- Laboratorio de Biofísica
- Laboratorio de Espectroscopia
- Baterías higiénicas
- Balcón

3.1.3.2 Personal y usuarios

De acuerdo a la información recopilada en el lugar, el personal que labora es el siguiente:

- Trabajadores: una (1) persona
- Ayudantes del Laboratorio de Física: seis (6) personas

- Profesores del Laboratorio de Física: tres (3) personas
- Personal administrativo y profesores del Departamento de Física: quince (15) personas
- Alumnos: Facultad de varias Ingenierías de la Escuela Politécnica Nacional

3.1.3.3 Accesos

Los accesos al primer piso desde la entrada principal al edificio son la escalera y los dos ascensores.

3.1.4 DESCRIPCIÓN DEL SEGUNDO PISO

La información recopilada en la inspección se presenta en tres tópicos, para una mejor comprensión de las actividades desarrolladas en el segundo piso del edificio:

- Distribución en planta
- Personal y usuarios
- Accesos

3.1.4.1 Distribución en planta

La división del segundo piso considerada de interés para el presente estudio es la siguiente:

- Decanato
- Subdecanato
- Secretaría del Decanato y Subdecanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental
- Oficina de la Unidad de Vinculación con el Medio Externo

- Aula de Grados
- Sala de reuniones
- Secretaría General de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental
- Oficinas de profesores (209, 210)
- Aulas (E1, E2, 206)
- Archivos (21, 22, 23)
- Baterías higiénicas

3.1.4.2 Personal y usuarios

De acuerdo a la información recopilada, el personal que labora en esta planta es el siguiente:

- Mensajeros: dos (2) personas (las dos personas tienen a cargo el segundo y tercer piso)
- Profesores: nueve (9) personas
- Administrativos: cuatro (4) personas
- Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental
- Subdecano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental
- Personal contratado para proyectos: dos (2) personas
- Alumnos: Facultad de la Ingeniería Civil y Ambiental

3.1.4.3 Accesos

Los accesos al segundo piso desde la entrada principal al edificio son la escalera y los dos ascensores.

3.1.5 DESCRIPCIÓN DEL TERCER PISO

Para describir el tercer piso del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se consideraron los siguientes tópicos en la recolección de información:

- Distribución en planta
- Personal y usuarios
- Accesos

3.1.5.1 Distribución en planta

La división del tercer piso considerada de interés para el presente estudio es la siguiente:

- Biblioteca Jorge Moncayo
- Oficinas de proyectos
- Centro de Cómputo
- Asociación de Estudiantes de Ingeniería Civil (AEIC)
- Aulas (301, 305A, 305B, 306, 307, 308, 311, 312)
- Centro de copiado
- Cuarto de limpieza
- Baterías higiénicas
- Bodega

3.1.5.2 Personal y usuarios

De la información recopilada en el lugar se dio a conocer que el personal que labora es el siguiente:

- Mensajeros: dos (2) personas (las dos personas tienen a cargo el Segundo y Tercer piso)

- Profesores: de acuerdo al horario clase de cada docente
- Ayudante del Centro de Cómputo: una (1) persona
- Ayudante de la Biblioteca Jorge Moncayo: una (1) persona
- Copiadora: tres (3) personas
- Alumnos: Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

3.1.5.3 Accesos

Los accesos al tercer piso desde la entrada principal al edificio son la escalera y los dos ascensores.

3.1.6 DESCRIPCIÓN DEL CUARTO PISO

A continuación se presenta la información recopilada en la inspección en tres tópicos, para una mejor comprensión de las actividades desarrolladas en el cuarto piso del edificio:

- Distribución en planta
- Personal y usuarios
- Accesos

3.1.6.1 Distribución en planta

La división del cuarto piso considerada de interés para el estudio es la siguiente:

- Departamento de Ciencias Administrativas
- Centro de Cómputo (LAB 2)
- Laboratorio de Física (Departamento de Física)
- Oficinas de ayudantes (Departamento de Física)
- Aulas (401CEC, 402CEC, 403CEC, 404CEC, 401, 405, 409, 410)

- Bodegas
- Baterías higiénicas

3.1.6.2 Personal y usuarios

El personal que labora en esta planta es el siguiente:

- Mensajeros: una (1) persona
- Profesores: de acuerdo al horario clase de cada docente
- Ayudante del Laboratorio de Física: cinco (5) personas
- Departamento de Ciencias Administrativas: dieciocho (18) personas
- Centro de Cómputo (LAB 2): una (1) persona
- Alumnos: Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

3.1.6.3 Accesos

Los accesos al cuarto piso desde la entrada principal al edificio son la escalera y los dos ascensores.

3.1.7 DESCRIPCIÓN DEL QUINTO PISO

Este piso fue ocupado por el Centro de Educación Continua (CEC) hasta el mes de agosto del año 2011. La nueva distribución del quinto piso la proporcionó la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, la misma que consta de las siguientes áreas:

- Oficina de coordinación de postgrados
- Aulas de pregrado (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16)
- Aulas de postgrado (1,2,3 y 4)
- Centros de cómputo

- Cafetería
- Bodega de equipos
- Baterías higiénicas

Los accesos al quinto piso desde la entrada principal al edificio son la escalera y los dos ascensores.

3.1.8 DESCRIPCIÓN DEL SEXTO PISO

Para la descripción del sexto piso del edificio se consideraron los siguientes tópicos, para la recolección de información:

- Distribución en planta
- Personal y usuarios
- Accesos

3.1.8.1 Distribución en planta

La planta está ocupada por el Instituto Geofísico (IG). La división del sexto piso considerada de interés para el presente estudio es la siguiente:

- Departamento de Vulcanología
- Departamento de Electrónica
- Departamento de Sismología
- Departamento de Sistemas
- Departamento de Administración
- Sala de sismógrafos
- Sala de reuniones
- Archivos
- Cafetería y Oficinas
- Recepción

- Servidor
- Bodega
- Baterías higiénicas

3.1.8.2 Personal y usuarios

De acuerdo a la información recopilada, el personal que labora es el siguiente:

- Mensajeros: dos (2) personas
- Técnicos y Administrativos: cincuenta (50) personas

3.1.8.3 Accesos

Los accesos al sexto piso desde la entrada principal al edificio son la escalera y los dos ascensores.

3.1.9 DESCRIPCIÓN DE LA TERRAZA

La terraza está ocupada por el Instituto Geofísico (IG) y no presenta división en compartimentos determinados. Sin embargo, se encuentra ubicado el generador automático de energía eléctrica, que funciona únicamente cuando el abastecimiento de energía eléctrica en el sexto piso se suspende intempestivamente. Además, en esta planta se ubican las antenas de transmisión operadas por el IG, y un pararrayos.

En la terraza no hay ocupación alguna; el personal responsable accede esta planta únicamente cuando la situación lo amerita. Además, el mantenimiento de los ascensores del edificio se lo realiza desde este lugar.

El acceso a la terraza desde la entrada principal al edificio es únicamente la escalera.

3.2 INSPECCIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL DEL EDIFICIO

Para llevar a cabo la inspección de la seguridad industrial en cada una de las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se necesitó la colaboración de los usuarios y del personal que labora en este, quienes proporcionaron la información requerida a través de entrevistas y entrega de documentos.

En esta sección se presentan los datos de interés en seguridad industrial para cada planta del edificio, respaldados con fotografías. Cabe señalar que en el Anexo No.2 “Fotografías del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental - 2011” se encuentran un archivo fotográfico completo del recorrido por todo el edificio.

La información obtenida de la inspección al edificio a partir del mes de abril del año 2011, fue tabulada y evaluada de acuerdo a las metodologías de evaluación del riesgo, expuestas en el Capítulo 4, en el numeral 4.1.2.

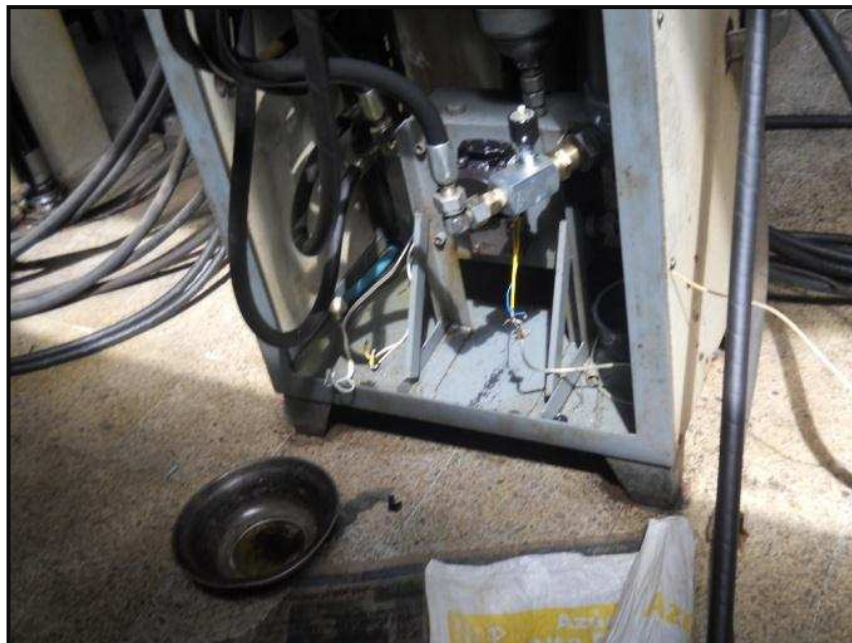
3.2.1 INSPECCIÓN EN LA PLANTA BAJA

La información recopilada en seguridad industrial se presenta a continuación:

- En el Laboratorio de Ensayo de Materiales se observó aceite hidráulico derramado en el piso alrededor de la Máquina Universal, así como también cables eléctricos sobre el piso que impedían el tránsito normal de las personas. En la Fotografía 3.1 y Fotografía 3.2 se evidencian cables sobre el piso obstaculizando el libre tránsito del personal, y manchas de aceite que podrían provocar caídas al mismo nivel (Riesgos laborales y daños derivados del trabajo).

FOTOGRAFÍA 3.1**MÁQUINA UNIVERSAL EN EL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

FOTOGRAFÍA 3.2**MANCHAS DE ACEITE SOBRE EL PISO - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En toda la planta baja fue evidente la existencia de señalización, sin embargo, esta debe ser estandarizada y colocada en lugares apropiados y visibles. En la Fotografía 3.3 se observan inadecuados letreros de señalización, para identificar el Cuarto del Densímetro Nuclear, considerado como un lugar de acceso restringido por el peligro de exposición a radiación (Riesgo Físico).

De acuerdo a las entrevistas realizadas con el personal de la planta y a la información entregada, se conoció que en el Cuarto del Densímetro Nuclear se realiza un control de radiación cada seis meses.

FOTOGRAFÍA 3.3

SEÑALIZACIÓN – CUARTO DEL DENSÍMETRO NUCLEAR



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- También se observaron tomacorrientes sin la protección adecuada (Ver Fotografía 3.4), lo cual puede propiciar incendios por contacto de chispas con materiales combustibles o descargas eléctricas al personal, en caso de encontrarse aun con energía eléctrica (Riesgo eléctrico).

FOTOGRAFÍA 3.4**TOMACORRIENTE SIN PROTECCIÓN - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el Laboratorio de Hormigón se encontró el área asignada para el extintor de incendio, ocupado para la colocación de otros artículos (gafas y tablero), como se observa en la Fotografía 3.5, lo cual dificulta la atención a incendios que puedan ocurrir (Riesgo de incendio).

FOTOGRAFÍA 3.5**SEÑALIZACIÓN - LABORATORIO DE HORMIGÓN**

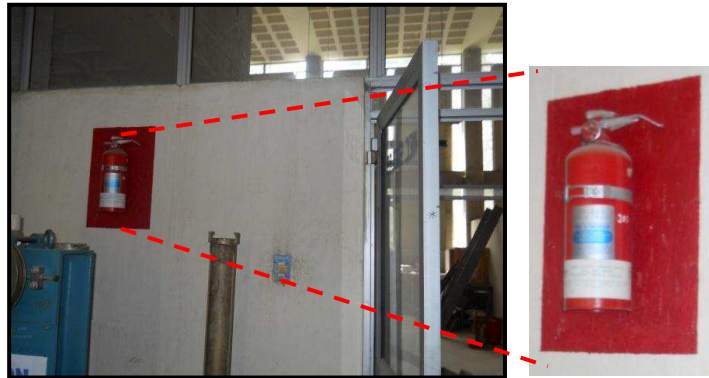
FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el Laboratorio de Mecánica de Suelos se encontró un extintor sin la tarjeta de mantenimiento (Ver Fotografía 3.6), que según informó el personal de planta, fue recargado posiblemente en el año 2000, lo cual dificulta la atención a incendios que puedan ocurrir (Riesgo de incendio).

FOTOGRAFÍA 3.6

MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En los pasillos se encontró una estructura grande de madera, obstaculizando el acceso a los casilleros y a las baterías higiénicas. Además, se observó la presencia de palos, vigas y materiales de construcción apilados, que podrían ocasionar caídas del personal al mismo nivel (Riesgo laboral y daños derivados del trabajo) (Ver Fotografía 3.7).

FOTOGRAFÍA 3.7

OBSTÁCULOS EN PASILLOS



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el pasillo principal se encontró un botiquín abierto y en desuso.
- El personal de planta informó que a los alumnos no se les exige la utilización de equipo de protección personal (EPP), pero a los trabajadores sí. El EPP que estos últimos utilizan consta de guantes, mascarilla y overol.
- En el ingreso al edificio por la entrada principal se observó la existencia de un botón de emergencia sobre la pared, a una distancia aproximadamente de 1.5 metros desde el nivel del piso, junto a la cabina telefónica.
- En el tumbado de la cafetería de la planta baja se evidenció la presencia de humedad, al parecer porque el agua lluvia no es debidamente evacuada de la loza.

3.2.2 INSPECCIÓN EN EL MEZZANINE

La información recopilada en seguridad industrial se presenta a continuación:

- Existen dos áreas de baterías sanitarias, de las cuales solo una permanece regularmente abierta (Ver Fotografía 3.8). Además se observó la falta de artículos de tocador como papel higiénico y jabón.

FOTOGRAFÍA 3.8

BATERÍAS HIGIÉNICAS DE LA PLANTA



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el Laboratorio de Ingeniería Ambiental existe la señalización apropiada, que se debe estandarizar (Ver Fotografía 3.9). El laboratorio cuenta con un extintor de 20 libras de PQS, el cual fue recargado por última vez en julio del año 2010. El laboratorio no dispone de acceso a internet o líneas de comunicación telefónica.

FOTOGRAFÍA 3.9

SEÑALIZACIÓN - LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el Laboratorio de Ingeniería Ambiental se observó un tomacorriente en malas condiciones con cables expuestos (Ver Fotografía 3.10), lo cual puede propiciar incendios por contacto de chispas con materiales combustibles o descargas eléctricas al personal, en caso de encontrarse aun con energía eléctrica (Riesgo eléctrico).

FOTOGRAFÍA 3.10

TOMACORRIENTE SIN PROTECCIÓN EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- Los pasillos, aulas y oficinas de la planta carecen de señalización y equipos contra incendio.
- Las aulas M17 y M18 se encuentran unidas, por lo que la señalización de información debe actualizarse.
- Las Oficinas M15 y M16 se encuentran unidas, por lo que la señalización de información debe actualizarse.

3.2.3 INSPECCIÓN EN EL PRIMER PISO

La información recopilada en seguridad industrial se presenta a continuación:

- En el Laboratorio de Física se encontró un extintor de CO₂ con una capacidad de 15 libras, sin fecha de recarga y aparentemente de mucha antigüedad (Ver Fotografía 3.11), lo cual dificulta la extinción del incendio (Riesgo de Incendio).

FOTOGRAFÍA 3.11**MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS - LABORATORIO DE FÍSICA**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el Laboratorio de Física se evidenció la utilización de cilindros de gas (GLP) de 15 kg, para encender los mecheros durante las prácticas de laboratorio. Estos cilindros de GLP se encuentran colocados debajo de una mesa, lo cual se considera como un factor que propicia el surgimiento de incendio y posibilita su propagación (Riesgo de incendio) (Ver Fotografía 3.12).

FOTOGRAFÍA 3.12**CILINDROS DE GLP EN EL LABORATORIO DE FÍSICA**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- Un contenedor de material radiactivo se identificó en el Laboratorio de Física ubicado en una esquina (Ver Fotografía 3.13), el cual ha permanecido en el laboratorio durante varios años. Esta fuente de radiación implica la exposición de las personas a las radiaciones ionizantes (Riesgo Físico).

FOTOGRAFÍA 3.13

CONTENEDOR DE MATERIAL RADIOACTIVO EN EL LABORATORIO DE FÍSICA

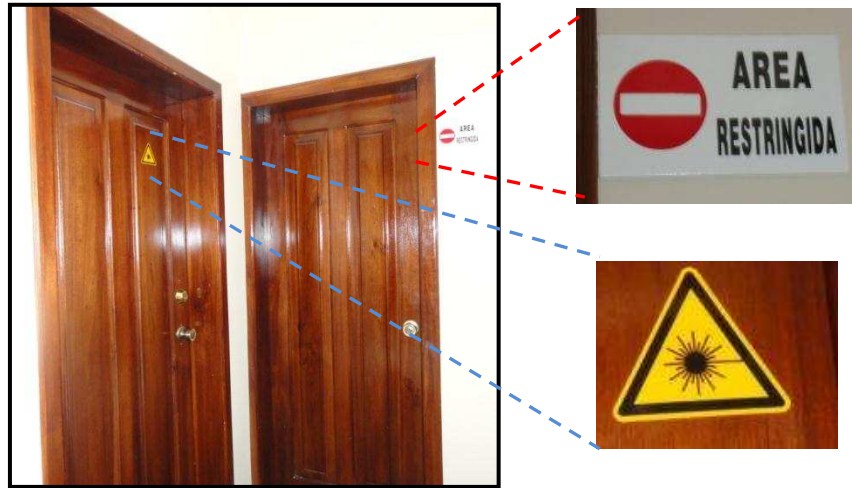


FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- El Laboratorio de Espectroscopia se subdivide en el área de rayos X y rayos laser; en el ingreso al área de rayos laser se evidenció la debida señalización; en el área de rayos X se identificó una oficina pequeña y el cuarto de rayos X con la debida señalización, considerado como un lugar de acceso restringido por el peligro de exposición a radiaciones (Riesgo Físico). En la Fotografía 3.14 se observa la señalización, que necesita ser estandarizada.

FOTOGRAFÍA 3.14

SEÑALIZACIÓN DEL LABORATORIO DE ESPECTROSCOPIA



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el pasillo principal se identificaron cables eléctricos expuestos en el ángulo entre la pared y el pilar existentes, lo cual puede propiciar incendios por contacto de chispas con materiales combustibles o descargas eléctricas al personal, en caso de encontrarse aun con energía eléctrica (Riesgo eléctrico) (Ver Fotografía 3.15).

FOTOGRAFÍA 3.15

CABLES EXPUESTOS EN EL PASILLO PRINCIPAL DEL PRIMER PISO



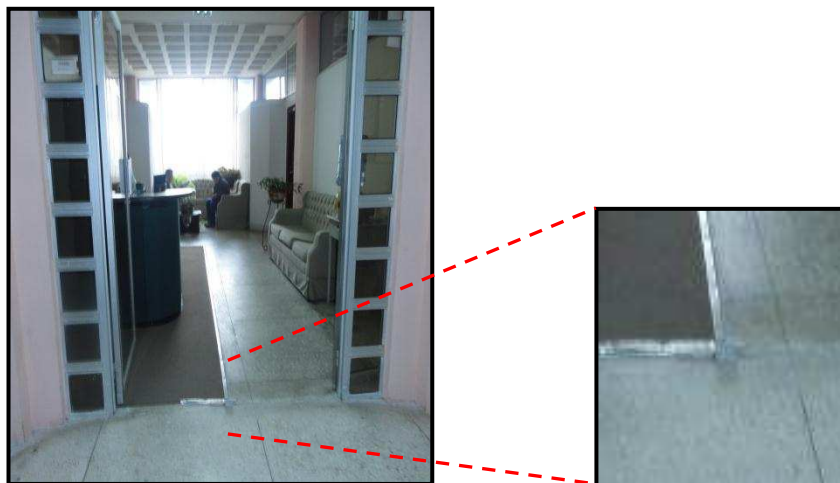
FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- Las baterías higiénicas al fondo del pasillo principal no tienen rotulación, y están permanentemente cerradas (uso exclusivo para el personal de planta).
- En la Oficina de Ayudantes del Laboratorio de Física, Laboratorio de Física, oficinas de profesores, oficinas administrativas y de profesores del Departamento de Física, no se encontró ningún equipo contra incendio ni señalización.
- En el ala oeste del primer piso se encuentra una puerta de vidrio con acceso al balcón, que permanece cerrada.
- En la bodega se observaron reactivos con la identificación adecuada, sin embargo, se evidenciaron cilindros de contenido desconocido y la falta de orden y limpieza en el área.
- En el ala oeste del primer piso, desde el Laboratorio de Espectroscopia hasta el Laboratorio de Investigación MALDITOF existe un sistema de tuberías de argón y nitrógeno con la debida señalización, así como también un letrero de advertencia junto a este.
- En el Laboratorio de Espectroscopia se evidenció la existencia de un extintor pequeño de PQS de 5 libras, y tuberías de argón y nitrógeno debidamente identificadas, que recorren todo el pasillo del ala oeste de la planta.

3.2.4 INSPECCIÓN EN EL SEGUNDO PISO

La información recopilada en seguridad industrial se presenta a continuación:

- En la recepción de la Secretaria del Decanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encontró como parte saliente del piso, el marco de la puerta de vidrio de acceso a este lugar, que ocasiona caídas al mismo nivel del personal que transita por el lugar (Riesgo laboral y daños derivados del trabajo) (Ver Fotografía 3.16).

FOTOGRAFÍA 3.16**INGRESO A LA SECRETARÍA DEL DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En la oficina de la Unidad de Vinculación con el Medio Externo existen tomacorrientes con cables expuestos, lo cual puede propiciar incendios por contacto de chispas con materiales combustibles o descargas eléctricas al personal, en caso de encontrarse aun con energía eléctrica (Riesgo eléctrico) (Ver Fotografía 3.17).

FOTOGRAFÍA 3.17**TOMACORRIENTE SIN PROTECCIÓN EN LA OFICINA DE LA UNIDAD DE VINCULACIÓN CON EL MEDIO EXTERNO**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el área de Archivos se observó que además de existir documentos, se guardan sillas y materiales en desuso, así como también una escalera colocada en forma vertical entre la parte y el piso, lo cual puede ocasionar caída de objetos por desplome o derrumbe o caída de las personas al mismo nivel (Riesgos laborales y daños derivados del trabajo) (Ver Fotografía 3.18).

FOTOGRAFÍA 3.18

ORDEN Y LIMPIEZA - ÁREA DE ARCHIVOS



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- Se identificó un timbre para llamar a los conserjes, con la bocina ubicada en la entrada a este piso.
- En la Secretaría del Decanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental existe una bocina que aparentemente se encuentra en desuso.
- El aula 209 destinada para oficinas de profesores tiene tres (3) puertas de acceso al pasillo principal, de las cuales dos (2) están cerradas; además el aula 210 funciona como oficina para dos profesores.
- En la Secretaría General de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encuentra ubicado un RACK de pared (equipo de telecomunicaciones o red) para todo el edificio.

- La sala de profesores tiene dos (2) accesos, uno por la Secretaria del Decanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental y el otro por la Secretaría General de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

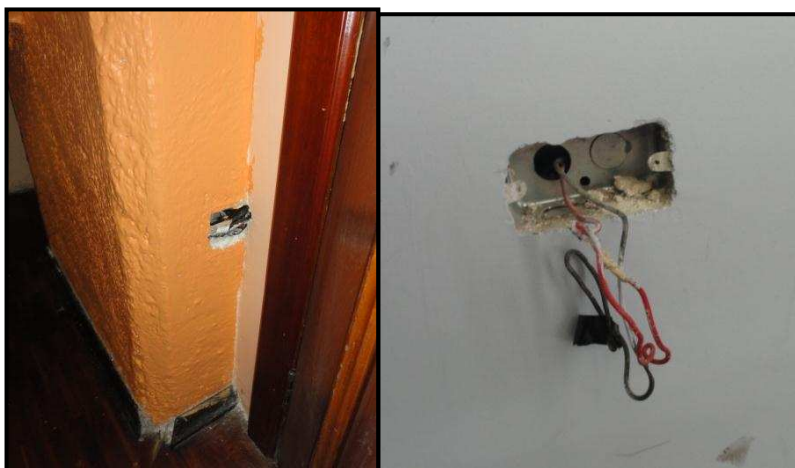
3.2.5 INSPECCIÓN EN EL TERCER PISO

La información recopilada en seguridad industrial se presenta a continuación:

- En las aulas 301, 306, 307, 308, 311 y 312 se encontraron cables eléctricos expuestos de los tomacorrientes, lo cual puede propiciar incendios por contacto de chispas con materiales combustibles o descargas eléctricas al personal, en caso de encontrarse aun con energía eléctrica (Riesgo eléctrico) (Ver Fotografía 3.19).

FOTOGRAFÍA 3.19

CABLES EXPUESTOS EN LAS AULAS



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- La Biblioteca Jorge Moncayo cuenta con dos extintores con componente de extinción y capacidad desconocida; la última fecha de recarga se realizó en el mes de julio 2010. También se pueden observar lámparas de emergencia autónomas para situaciones de emergencia, ubicadas sobre la pared a la entrada de la biblioteca, como se observa en la Fotografía 3.20.

FOTOGRAFÍA 3.20**MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS Y DE EMERGENCIA –
BIBLIOTECA JORGE MONCAYO**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el pasillo del ala este se encuentra una caja de breakers sin la protección adecuada, lo cual puede propiciar incendios por contacto de chispas con materiales combustibles o descargas eléctricas al personal, en caso de encontrarse aun con energía eléctrica (Riesgo eléctrico) (Ver Fotografía 3.21).

FOTOGRAFÍA 3.21**PANEL DE BREAKERS SIN PROTECCIÓN**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el ala este de la planta se observaron fisuras en el tumbado, lo cual posibilita la filtración de agua al interior de la planta (Riesgos estructurales), como se observa en la Fotografía 3.22.

FOTOGRAFÍA 3.22

FISURAS Y HUMEDAD EN EL TUMBADO



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el aula 306 se evidenciaron sillas destruidas.
- El área de la Copiadora es muy pequeña y necesita de orden y limpieza. Los cables se encuentran sobre el piso sin regletas que los cubran. No existen ventoleras ni ventanas en esta zona.
- El aula 311 está erróneamente identificada como Centro de Cómputo, por lo tanto, se debe actualizar su señalización de información.
- En el ala oeste del tercer piso se encontró un aula sin la señalización de identificación, que de acuerdo a entrevistas mantenidas con el personal, será utilizada como oficinas de proyectos.
- Las lámparas del Cuarto de Limpieza se encontraban quemadas.
- En la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Civil se encontraron sillas destruidas, vidrios rotos sobre el piso aparentemente de las puertas del anaquel empotrado sobre la pared.
- En el pasillo principal se encuentra el Cuarto de Limpieza con dos accesos (puertas 33 y 32) a este.

- En el Centro de Cómputo existe una alarma de seguridad con la opción de solicitar ayuda al Cuerpo de Bomberos, Policía Nacional y Emergencias Médicas.

3.2.6 INSPECCIÓN EN EL CUARTO PISO

La información recopilada en seguridad industrial se presenta a continuación:

- En el aula 409 se evidenció la existencia de tomacorrientes con cables expuestos, lo cual puede propiciar incendios por contacto de chispas con materiales combustibles o descargas eléctricas al personal, en caso de encontrarse aun con energía eléctrica (Riesgo eléctrico) (Ver Fotografía 3.23). Además, el interruptor para encender las luces del lugar se encuentra muy alto y su acceso bloqueado por mesas y sillas. En el fondo del aula se observaron sillas en mal estado.

FOTOGRAFÍA 3.23

TOMACORRIENTES SIN PROTECCIÓN EN EL AULA 409



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el Laboratorio de Física existen las fuentes de radiación de Estroncio 90 (Strontium-90) y Uranio 2 (US-2), lo cual indica que el personal está expuesto a radiaciones ionizantes. El laboratorio no se encuentra señalizado como un lugar de acceso restringido por el peligro de

exposición a radiaciones (Riesgo Físico) (Ver Fotografía 3.24). Además se observó que utilizan butano/propano (PROVIDUS+) en recipientes de 190 gramos, para encender los mecheros durante las prácticas. Los cilindros pequeños de butano/propano se encuentran colocados sobre una repisa, y se consideran como un factor que podría propiciar el surgimiento de incendio y posibilitar su propagación (Riesgo de incendio) (Ver Fotografía 3.25).

FOTOGRAFÍA 3.24

FUENTES RADIATIVAS DE ESTRONCIO 90 Y URANIO 2 - LABORATORIO DE FÍSICA



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

FOTOGRAFÍA 3.25

RECIPIENTES DE BUTANO/PROPANO - LABORATORIO DE FÍSICA



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el ala oeste se localiza el aula 405 con dos accesos desde el pasillo principal, de los cuales uno se encuentra fuera de uso y permanece cerrado.
- En el Centro de Cómputo (LAB 2) se observaron regletas que recubren los cables eléctricos de las conexiones de los equipos de computación. Esta zona no cuenta con extintores.
- En toda la planta se evidenció la falta de señalización, vías de evacuación y equipos contra incendio.
- En el aula 401 se evidenciaron cables enrollados sobre el piso.
- El Departamento de Ciencias Administrativas no cuenta con ningún plan de evacuación en caso de emergencia ni equipos de protección contra incendios.
- La Oficina de Ayudantes del Departamento de Física y el Laboratorio de Física no cuentan con extintores ni plan de evacuación en caso de emergencia.

3.2.7 INSPECCIÓN EN EL QUINTO PISO

Como ya se lo mencionó en párrafos anteriores, este piso estuvo ocupado por el Centro de Educación Continua (CEC) hasta el mes de agosto del año 2011, y actualmente se encuentra sin uso y cerrado, con la intención de ser remodelado para ser utilizado por la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental; por lo tanto, la información recopilada de la inspección no se consideró para el presente estudio.

3.2.8 INSPECCIÓN EN EL SEXTO PISO

La información recopilada en seguridad industrial se presenta a continuación:

- En toda la planta se encontraron extintores identificados adecuadamente, pero su ubicación debe ser evaluada, ya que algunos se encontraban detrás de las puertas o sobre el piso de la planta, lo cual dificulta la

extinción del incendio (Riesgo de Incendio). Lo anteriormente mencionado se observa en la Fotografía 3.26.

FOTOGRAFÍA 3.26

MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS - PASILLOS



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- Los costados del pasillo del ala este se encontraban ocupados por cartones, documentos antiguos, muestras de roca y suelo y una escalera de mano, lo cual podría ocasionar caídas del personal al mismo nivel (Riesgo laboral y daños derivados del trabajo) (Ver Fotografía 3.27). Actualmente, muchos de estos materiales se retiraron después de la remodelación, sin embargo deben establecerse áreas destinadas al almacenamiento, y dejar libres los pasillos totalmente.

FOTOGRAFÍA 3.27**PASILLO DEL ALA ESTE OBSTACULIZADO**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En el Departamento de Electrónica se observó la falta de orden y limpieza, lo cual se considera como un hábito de trabajo incorrecto, que podría ocasionar accidentes (Riesgo laboral y daños derivados del trabajo), como se presenta en la Fotografía 3.28.

FOTOGRAFÍA 3.28**ORDEN Y LIMPIEZA - DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- De acuerdo a lo conversado con las personas entrevistadas del sexto piso, se han producido aproximadamente tres eventos recordables en cuanto a emergencias. Un evento tuvo lugar el 12 de agosto del año 2010 por motivo de un sismo, donde las puertas del ascensor se bloquearon y no se abrieron; los otros dos eventos fueron incendios en el cuarto de ahumado, que se controlaron a tiempo.
- En el ala oeste se identificó un cuarto de ahumado con antecedentes de incendios. Actualmente se llevaron a cabo remodelaciones en este piso, eliminando el cuarto de ahumado y sustituyéndolo con una Cafetería.
- El Instituto Geofísico no cuenta con un plan de evacuación en caso de emergencia.

3.2.9 INSPECCIÓN EN LA TERRAZA

La información recopilada en seguridad industrial se presenta a continuación:

- En el piso de esta planta se observaron algunos artículos en desuso y se evidenció la falta orden y limpieza, lo cual se considera como un hábito de trabajo incorrecto que podría originar accidentes (Riesgo laboral y daños derivados del trabajo), como se presenta en la Fotografía 3.29. Además se evidenció la inexistencia de un pasamanos completo en la terraza para delimitar el área, lo cual podría originar caídas a distinto nivel del personal (Riesgo laboral y daños derivados del trabajo).

FOTOGRAFÍA 3.29**ORDEN Y LIMPIEZA EN LA TERRAZA**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- Durante la inspección se evidenciaron actividades de mantenimiento en los ascensores realizadas por técnicos. La escalera del cuarto donde se llevan a cabo estas actividades no tiene barandillas de seguridad, lo cual podría originar caídas a distinto nivel del personal (Riesgo laboral y daños derivados del trabajo) (Ver Fotografía 3.30).

FOTOGRAFÍA 3.30**CUARTO DONDE SE LLEVAN A CABO ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE LOS ASCENSORES**

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En la terraza, en un área techada está instalado el generador automático de energía eléctrica, utilizado por el Instituto Geofísico, (Ver Fotografía 3.31).

FOTOGRAFÍA 3.31

GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- En esta planta, en un área pequeña se encontraron evidencias de que se realizaban algunas actividades del cuarto de ahumado, que actualmente ya no se encuentra en el sexto piso.
- De acuerdo a las conversaciones mantenidas con el personal responsable, no se ha registrado ningún accidente en este hasta la actualidad.

Como una observación a este capítulo es importante mencionar que el presente proyecto de titulación, está encaminado a desarrollar procedimientos y un manual de seguridad industrial que permitan disminuir las falencias sobre seguridad encontradas en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

4.1 DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO Y SUS POSIBLES CAUSAS

La presente metodología hace referencia a la “Guía Técnica Colombiana GTC 93”, Primera actualización (Ver Capítulo 2, numeral 2.4.6), la cual consta de la Revisión Ambiental Inicial (RAI) que permite establecer la situación actual de la organización con respecto al medio ambiente, y del Análisis de Diferencias (GAP ANALYSIS) que permite detallar punto por punto entre lo existente y lo que debería ser.¹³ Así también, se utilizó la “Norma Técnica OSHA 18001:2007”, Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, que permite a las organizaciones que lo implantan, identificar y controlar adecuadamente sus riesgos de seguridad y salud laboral, reducir el potencial de ocurrencia de accidentes, cumplir con la legislación y en definitiva, mejorar su funcionamiento global.¹²

4.1.1 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los aspectos y directrices consideradas en la Matriz General de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT) y en la Matriz de Tareas Específicas se emplearon para el levantamiento de información de cada una de las plantas del Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

La recopilación de información de los edificios aledaños que presentan riesgos potenciales para el edificio en estudio se realizó haciendo uso de los mismos criterios básicos de la Matriz General de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT).

Durante las inspecciones en el sitio se realizaron entrevistas a los responsables de las distintas áreas y de los departamentos establecidos en el edificio, considerando temas relevantes como: la ocurrencia de accidentes, la existencia de brigadas y los planes de emergencia, el manejo de sustancias químicas, entre otros.

La mayoría de los espacios de trabajo pueden y deben tener un ambiente laboral confortable. La legislación dispone que el microclima en el interior de la organización sea lo más agradable posible y de acuerdo al aspecto fisiológico del personal y al tipo de actividad desarrollada. En los locales de trabajo cerrados o semicerrados se generan ciertas condiciones climáticas que, aunque influenciadas por el clima externo, difieren normalmente de éste. Los factores que más influyen en el confort ambiental son: la humedad, la temperatura, la iluminación, la ventilación y el ruido.²²

No es posible definir con exactitud los parámetros de un ambiente confortable, entre otras razones, porque cada persona se siente confortable en condiciones diferentes, sin embargo, un ambiente confortable se considera aquel con suficiente renovación de aire sin que se formen corrientes de aire molestas, y no tener excesivas fluctuaciones de temperatura y de ruido.¹⁹

En el Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se realizaron mediciones de las condiciones ambientales y laborales, para justificar la valoración de algunos de los parámetros de la Matriz de Apell y de la Matriz del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT).

Los parámetros ambientales y laborales que se tomaron en cuenta son los siguientes: temperatura y humedad relativa, ruido, iluminación y radiación ionizante.

4.1.1.1 Temperatura y humedad relativa

El psicrómetro se utiliza para medir la temperatura y humedad relativa, ubicándolo a una altura aproximada de 1,10 metros o a la altura del lugar de trabajo (escritorios y pupitres) de acuerdo a las condiciones del medio laboral. El equipo debe permanecer estático durante un lapso de tiempo entre 5 a 10 minutos, hasta estabilizarse; los valores resultantes se comparan con la normativa aplicable. Las unidades en que se toman las mediciones son: temperatura en grados centígrados (°C) y humedad relativa en porcentaje (%).²⁰

La normativa aplicable a considerar para la temperatura y humedad relativa es la “NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España”, puesto que en la legislación nacional del “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Capítulo V Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos, Art. 53 Condiciones generales ambientales: ventilación, temperatura y humedad” únicamente se habla de procurar mantener condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores, por medios naturales o artificiales.

De acuerdo a la NTP 289, el conjunto de normas de confort térmico más aceptado es el recomendado en la ISO 7730-1984, que establece un intervalo óptimo de temperaturas de 22 ± 2 °C, como temperatura operativa para invierno. La temperatura media en Quito es de aproximadamente 21°C.^{16, 18}

El intervalo más generalizado fijado para este parámetro está entre 30% y 50%. Los niveles de humedad relativa mayores al 70% favorecen el incremento de

hongos y otros contaminantes microbiológicos, mientras que los niveles inferiores al 30% causan sequedad en las membranas mucosas.¹⁸

En el Capítulo 5 se presenta la Figura 5.1 que contiene los rangos de los valores de temperatura y humedad relativa, identificados con colores; así el verde expresa el cumplimiento de la normativa aplicable, el amarillo y naranja indican el incumplimiento gradual de la normativa, respectivamente.

La medición de temperatura y humedad relativa se realizó utilizando el psicrómetro marca VWR, durante los días 15, 16 y 17 de agosto del 2011 en todos los pisos del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, considerando como puntos relevantes los pasillos, áreas de oficinas y aulas, centros de cómputo y laboratorios, cuyos resultados se presentan en el numeral 5.1.1.1 del Capítulo 5.

4.1.1.2 Ruido

Antes de dar inicio a la medición del nivel sonoro, se calibra el sonómetro. Luego se mide el nivel sonoro de fondo con los equipos apagados en el lugar de trabajo. El sonómetro es colocado a la altura del oído de cada uno de los trabajadores, y se mantiene el equipo estático durante algunos minutos para tener un registro amplio de mediciones. Posteriormente se encienden los equipos que generan ruido, y se mide el nivel sonoro (octavas de banda) en decibeles.⁴³

Para el nivel sonoro medido afuera del edificio se considera como normativa aplicable, el “TULSMA, Libro VI, Anexo 5 Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones, TABLA 1 Niveles Máximos De Ruido Permisibles Según Uso Del Suelo”, la cual se expone en la Tabla 4.1.²⁷

TABLA 4.1

NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DEL SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

FUENTE: Ministerio del Ambiente, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) - Libro VI - Anexo 5, Ecuador, 2010.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De acuerdo al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), la exposición al ruido continuo en un ambiente laboral debe ser regulada de tal forma que ningún trabajador esté inmerso en un nivel superior a 85 dB_A, durante una jornada de trabajo de 8 horas. El Departamento de Riesgos del Trabajo del IESS establece que el tiempo de exposición continua a niveles de presión sonora mayores a 85 dB_A, deberá ser el que se presenta en la Tabla 4.2.³⁴

TABLA 4.2

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE RUIDO (IESS)

Nivel de ruido, dB _A	Tiempo de exposición máxima por día
80	16 horas
85	8 horas
90	4 horas
95	2 horas
100	1 hora
105	30 minutos
110	15 minutos
115	7 minutos

FUENTE: Departamento de Riesgos del Trabajo del IESS, Ecuador, 1979

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El nivel de presión sonora equivalente se calcula con la ecuación 4.1.³⁴

$$Leq(dB) = 10 \times \log \left[\sum_{i=1}^{i=n} 10^{\frac{dB_n}{10}} \right] \quad (4.1)$$

Donde:

Leq (dB): nivel de presión sonora en dB_A

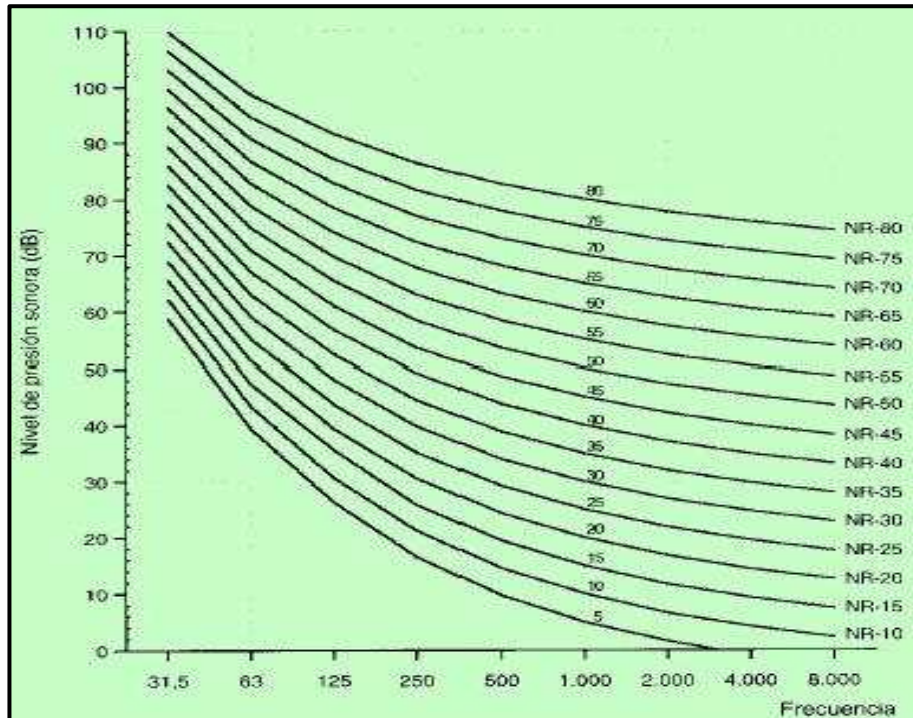
dB_n : mediciones de ruido en dB_A

En el presente proyecto se utiliza el diagrama de curvas de valoración del **Noise Rating (NR)** (tasa de nivel sonoro), propuesto por las normas ISO R-1996 y UNE 74-022, en función de la frecuencia y el nivel de presión sonora equivalente (dB_A).

En el Gráfico 4.1 se presenta el “Diagrama de curvas NR (Noise Rating) de evaluación de ruido”.²¹

GRÁFICO 4.1

DIAGRAMA DE CURVAS NR (NOISE RATING) DE EVALUACIÓN DE RUIDO



FUENTE: Norma ISO R-1996, 1996.

ELABORACIÓN: Norma ISO R-1996, 1996.

Con este diagrama se evalúa para cada tipo de ambiente, un intervalo normalizado permisible de ruido de fondo.

El valor de NR caracteriza a un determinado ruido ambiente, y se obtiene representado directamente en el Gráfico 4.1, sobre el cual se graficarán los niveles de ruido en dB_A , de acuerdo a cada frecuencia. Este valor NR será el que indique la curva que no sea superada a ninguna frecuencia por el ruido evaluado.

Los valores recomendados para la tasa de nivel sonoro, para diferentes locales son los que se presentan en la Tabla 4.3.

TABLA 4.3

VALORES RECOMENDADOS PARA EL ÍNDICE NR

TIPOS DE RECINTOS	RANGO DE NIVELES NR QUE PUEDEN ACEPTARSE
Talleres	60-70
Oficinas mecanizadas	50-55
Gimnasios, salas de deporte, piscinas	40-50
Restaurantes, bares y cafeterías	35-45
Despachos, bibliotecas, salas de justicia	30-40
Cines, hospitales, salas de conferencias	25-35
Aulas, estudios de televisión, grandes salas de conferencias	20-30
Salas de concierto, teatro	20-25
Clínicas, recintos para audiometrías	10-20

FUENTE: Normas ISO R-1996 y UNE 74-022, 1996

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El monitoreo de ruido se efectuó el 26 de agosto del 2011 en las instalaciones de la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, cuyos resultados se presentan en el numeral 5.1.1.2 del Capítulo 5, y permitirán establecer las medidas necesarias para la minimización de los riesgos e impactos a la salud de quienes laboran en este lugar.

4.1.1.3 Iluminación

Para medir la iluminación en lux se coloca el luxómetro en los puestos de trabajo (escritorios y pupitres) a una distancia aproximada de 2,25 metros desde el techo,

o a una distancia aproximada de 1,25 metros en determinados lugares de interés (pasillos, pizarras). El equipo se debe mantener estático entre 5 y 10 minutos hasta estabilizarse.⁴¹

La normativa aplicable para Iluminación considerada en el presente proyecto es el “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Capítulo V Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos, Art. 56 Iluminación, niveles mínimos”, cuyos niveles de iluminación mínimos se presentan en la Tabla 4.4.³³

TABLA 4.4
NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS Y SIMILARES

ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera; salas de máquinas y calderos, ascensores
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difícil, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

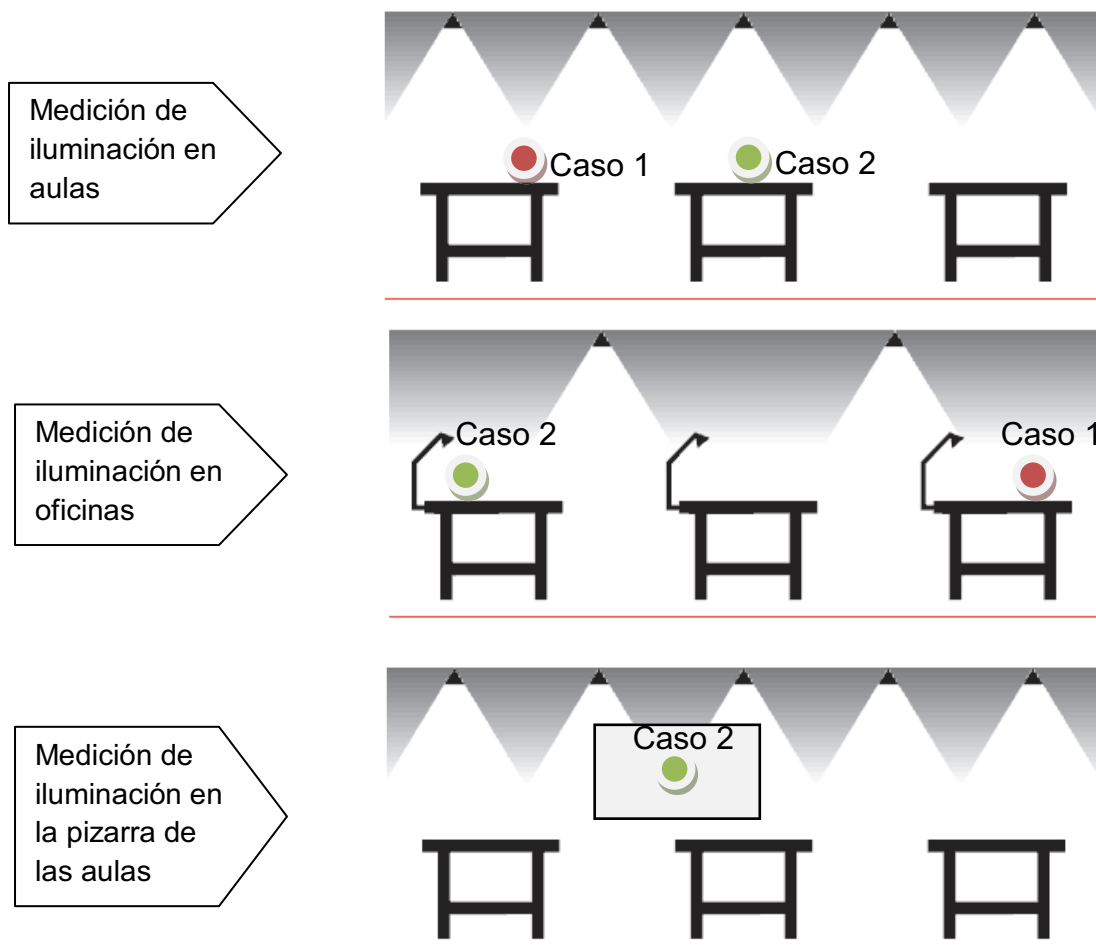
FUENTE: Ministerio de Trabajo y Empleo, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Ecuador, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Además, en el Art. 57 de este mismo Reglamento, se considera al *índice de uniformidad de la iluminación* como la relación entre los valores mínimos y máximos de iluminación medidos en lux, cuyo valor no será inferior a 0,7.³³

En el presente proyecto se consideran las condiciones de medición de iluminación presentadas en la Figura 4.1.

FIGURA 4.1
CONDICIONES DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN



● : condición desfavorable

● : condición favorable

FUENTE: Balladares I., Feijóo S.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

La iluminación se midió utilizando un luxómetro marca SPERSCIENTIFIC LTD, con un rango de medición de 0 lux – 40000 lux.

Las mediciones de iluminación en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se realizaron los días 21 y 22 de noviembre del 2011, cuyos resultados se presentan en el numeral 5.1.1.3 del Capítulo 5.

4.1.1.4 Radiación ionizante

Para medir la radiación ionizante de una fuente de radiación determinada, en el dosímetro se elige el tipo de radiación a medir (alfa, beta, gamma), se coloca el equipo cerca de la fuente, y se espera unos segundos hasta que la medición del dosímetro se estabilice. Si se requiere la elaboración de un mapa de isodosis, las mediciones se realizarán en distintos ejes (norte, sur, este, oeste), y en cada eje se tomarán mediciones desde la fuente de radiación, alejándose de esta poco a poco. Los valores de radiación medidos son comparados con la normativa aplicable. La unidad medida de la radiación son los $\mu\text{Sv/h}$.⁴⁰

La normativa aplicable para radiación ionizante considerada para el presente proyecto es el “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Capítulo V Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos, Art. 62 Radiaciones ionizantes”, donde se especifican las restricciones y cuidados a considerar en el momento de operar un dosímetro.³³ Además, en el Reglamento de Seguridad Radiológica del IESS se indica dentro del Art. 46, los límites de dosis de radiación para la exposición de las personas a la radiación.¹⁵

Las radiación ionizante se midió con el dosímetro del Laboratorio del Acelerador de Electrones, marca GAMMA – SCOUT, con un rango de medición de $0,1 \mu\text{sv/h}$ – $100 \mu\text{sv/h}$.

Las mediciones de radiación ionizante en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se realizaron los días 9, 16 y 18 de agosto del 2011, cuyos resultados se presentan en el numeral 5.1.1.4 del Capítulo 5, para las siguientes fuentes de radiación:

- Planta baja
 - Dosímetro nuclear

- Primer piso
 - o Equipo de rayos X
 - o Contenedor de radio berilio

- Cuarto piso
 - o Generador de rayos X
 - o Fuente de uranio sellada
 - o Fuente de estroncio 90 sellada
 - o Equipo para fotografía de cuerpos densos (Rayos X)

4.1.2 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se recopila y evalúa cualitativamente, haciendo uso de la siguiente metodología:

- Matriz General de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (riesgos en general) del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, y de los edificios aledaños que tienen influencia sobre este.

- Matriz de Tareas Específicas

Con la información recopilada del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se procede a utilizar las siguientes metodologías especificadas, para valorar cuantitativamente los riesgos:

- Metodología Apell (riesgos en general)
- Método de Gretener (riesgo de incendio)

Adicionalmente, para obtener un criterio más certero sobre las condiciones en que se desarrollan las actividades dentro del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, se utiliza la Matriz de Orden y Limpieza.

4.1.2.1 Matriz General de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), de España²⁰

Para desarrollar la Matriz General de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en primer lugar se deben determinar las actividades de trabajo agrupadas en forma racional y manejable, por cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, acorde a los siguientes criterios:

- Áreas internas y externas del edificio
- Actividades de administración, docencia, investigación y de servicios
- Trabajos planificados y de mantenimiento
- Tareas definidas

Luego se procede a realizar el análisis de riesgos utilizando la clasificación del Anexo No.1 “Tipos de Riesgo” y los siguientes criterios:

a) Identificación de peligros

La identificación de los peligros se fundamenta en las siguientes preguntas:

- ¿Existe una fuente de daño?
- ¿Quién (o qué) puede ser dañado?
- ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Los peligros se los puede clasificar en distintas categorías, acorde al carácter de las actividades de trabajo y los lugares en los que se desarrolla.

b) Estimación de riesgos

La estimación del riesgo se realiza tomando en consideración dos aspectos:

- La naturaleza de la **potencial severidad del daño (consecuencias)** será graduada en ligeramente dañino (lesiones leves sin mayor inferencia en la

salud), dañino (lesiones de mayor grado de afectación que sean de carácter reversible, sin mayor tratamiento médico) y extremadamente dañino (lesiones de carácter irreversible, a pesar de tratamiento médico, incluida la pérdida de la vida de manera inmediata), considerando los elementos que se verán afectados, como son las partes del cuerpo.

- La **probabilidad de ocurrencia del daño** será graduada en baja (el evento nunca ha sucedido anteriormente), media (el evento ya ha sucedido en una ocasión) y alta (el evento ha sucedido en más de una ocasión), y se considerará:
 - Si las medidas de control ya implantadas son las adecuadas.
 - Trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos (características personales o estado biológico).
 - Frecuencia de exposición al peligro.
 - Fallos en el servicio (agua y electricidad).
 - Fallos en los componentes de las instalaciones y de las máquinas, y en los dispositivos de control.
 - Exposición a los elementos.
 - Protección suministrada por el equipo de protección personal (EPP) y tiempo de utilización de los mismos.
 - Actos inseguros de las personas.

c) Valoración de los riesgos

En la Tabla 4.5 se exponen la **potencial severidad del daño (consecuencias)** y la **probabilidad de ocurrencia del daño**, para determinar los niveles de riesgos a partir de la siguiente valoración cualitativa: riesgo trivial (T), riesgo tolerable (TO), riesgo moderado (MO), riesgo importante (I) y riesgo intolerable (IN).

TABLA 4.5
MATRIZ DE NIVELES DE RIESGO

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

FUENTE: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España, Evaluación de Riesgos Laborales, 1995.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

A partir de los niveles de riesgo establecidos se decide si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos.

La toma de decisiones se realiza considerando los criterios sugeridos por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España, expuestos en la Tabla 4.6, en donde se indican los esfuerzos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control, proporcionales al riesgo.

En el presente proyecto, los riesgos importantes (I) se consideran como riesgos intolerables (IN), debido a la mínima diferencia que existe entre sus niveles de acción y temporización.

TABLA 4.6
CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Tolerable (To)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (Mo)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 4.6

CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

Riesgo	Acción y temporización
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

FUENTE: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España, Evaluación de Riesgos Laborales, 1995.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Para desarrollar esta matriz y justificar la valoración de ciertos parámetros de esta, se utilizaron los resultados de las mediciones de las condiciones ambientales y laborales en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, expuestos en los numerales 5.1.1.1 al 5.1.1.4 del Capítulo 5.

Las áreas externas al edificio consideradas de interés para el presente proyecto se mencionan a continuación: edificio de Hidráulica, Facultad de Ciencias Administrativas, Centro de Investigación de la Vivienda, Departamento de Ciencias Nucleares y Laboratorio de Aguas y Microbiología. La ubicación de los mismos se presenta en la Figura 4.2.

FIGURA 4.2

EDIFICACIONES ALEDAÑAS AL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional EPN, 2012, www.epn.edu.ec.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En la Tabla 4.7 se mencionan los nombres de las áreas representadas en la Figura 4.2.

TABLA 4.7

EDIFICACIONES ALEDAÑAS AL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

N°	Edificación
1	Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental
2	Hidráulica
3	Facultad de Ciencias Administrativas
4	Centro de Investigación de la Vivienda
5	Departamento de Ciencias Nucleares
6	Laboratorio de Aguas y Microbiología

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional EPN, 2012, www.epn.edu.ec.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los resultados de la Matriz General de Riesgos del INSHT para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental y de los edificios aledaños a este, se presentan en el numeral 5.1.2 del Capítulo 5.

4.1.2.2 Matriz de Tareas Específicas³⁴

Para desarrollar la Matriz de Tareas Específicas se debe compilar las actividades que se llevan a cabo en el edificio, y luego analizar cada una de estas en tres condiciones de trabajo: normal, anormal y emergente.

Se entiende como una **condición normal** al desarrollo cotidiano de las actividades, sin ningún factor adicional que incremente o disminuya el riesgo asociado. Su definición también es aplicable a un equipo o subproceso que opera en condiciones de régimen esperado.

Una **condición anormal** de trabajo constituye todos los aspectos que no son cotidianos, y que de alguna u otra forma afectan el desarrollo normal de las actividades de trabajo, como por ejemplo: limpieza de equipos, mantenimientos ya sean preventivos o correctivos, calibraciones, etc. Su definición también se puede

aplicar a un equipo o subproceso que se aparta de las condiciones de régimen esperado.

Una **condición emergente** es aquella que sobrepasa lo normal con consecuencias desastrosas que implican daños físicos, paralización en las actividades o implican hechos fortuitos que ocurren de manera imprevista, interrumpiendo el normal funcionamiento del sistema y que exigen una rápida atención (atropellamiento, incendios, explosiones, derrame de sustancias peligrosas, etc.).

Dentro de cada condición de trabajo se identifican los siguientes parámetros: peligro, factor de riesgo y tipo de riesgo, analizados independientemente para las actividades de las tareas específicas. Luego se evalúan los riesgos identificados en cada tarea específica, para su estimación y valoración.

Finalmente se determinan las medidas preventivas y/o correctivas para cada peligro identificado, tanto en la fuente, en el medio ambiente como para el personal expuesto.

Los resultados de la Matriz de Tareas Específicas para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se presentan en el numeral 5.1.3 del Capítulo 5.

4.1.2.3 Metodología Apell⁴⁴

Para cumplir con el objetivo general del presente método que es, prevenir la pérdida de vidas o daños a la salud, evitar los daños a la propiedad y salvaguardar la seguridad del ambiente, a continuación se explica el desarrollo de cada uno de sus componentes.

4.1.2.3.1 *Formato para la matriz de riesgos (40%)*

En la columna de *riesgo* se identifica el área o fuente de riesgo, el peligro o amenaza, el factor de riesgo, el tipo de riesgo, el elemento vulnerable y las consecuencias, utilizando la clasificación del Anexo No.1 “Tipos de Riesgo”, y las siguientes preguntas:

- Se refiere a cuál o cuáles objeto(s), riesgoso(s) en particular se está(n) analizando.
- ¿Qué tipo de operaciones se están poniendo en marcha?
- ¿Cuál de los peligros (cantidad, toxicidad, inflamabilidad, etc.) está involucrado en las operaciones anteriores?
- ¿Qué tipo de riesgos pueden generarse de la combinación de varios riesgos? Si los riesgos no son de importancia, el análisis puede finalizar en este punto.
- ¿Dónde se encuentran los objetos amenazados, qué tan vulnerables son? Si no existen objetos relevantes amenazados, el análisis puede finalizar en este punto.
- ¿En qué forma se pueden afectar los objetos amenazados; cuáles son las consecuencias; cuáles son las zonas de riesgo en el lugar analizado y fuera de él?

Luego se procede a determinar la **gravedad**, realizando las siguientes preguntas:

- ¿Qué tan seriamente se pueden ver afectadas las personas que se encuentran en el lugar analizado y fuera de él?
- ¿Cuáles pueden ser las repercusiones ambientales, por cuánto tiempo?
- ¿Cuál puede ser el costo de un accidente en función de los salarios de los trabajadores, de la recuperación ambiental, de pérdidas y daños a la propiedad, etc.?
- ¿Con qué rapidez se puede desencadenar el accidente?, ¿Cuál puede ser su duración?

Finalmente se realiza el **control del riesgo**, para lo cual es necesario plantearse las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia de los eventos?, ¿Con qué frecuencia ocurren?, ¿Cuál ha sido la experiencia en el pasado?
- ¿Cuál es la prioridad en el (los) objeto(s) riesgoso(s)?, ¿Qué tan severas pueden ser las consecuencias para las personas, el medio ambiente y/o la propiedad?, ¿Cuáles son los recursos necesarios para controlar el accidente?, ¿Son costeables los resultados de un suceso accidental?
- ¿Cuáles serían los comentarios sobre “el peor caso” y “el alcance estimado de los daños”?

Los parámetros de gravedad para la vida, para el medio ambiente, para la propiedad, y la velocidad de propagación se valoran de acuerdo a las tablas 4.8 hasta la 4.11 respectivamente. Además, la **probabilidad** se valora según la Tabla 4.12.

TABLA 4.8
GRAVEDAD PARA LA VIDA (Vi)

Clase		Gravedad para la vida
1	Poco Importantes	Padecimientos ligeros durante un día o menos
2	Limitados	Lesiones menores, malestar que dure por una semana o menos
3	Graves	Algunos heridos graves, serias complicaciones
4	Muy Graves	Muerte de al menos una persona y/o varios heridos de gravedad (21) y o hasta 50 evacuados
5	Catastróficos	Varias muertes, cientos de heridos graves y/o más de 50 evacuados

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 4.9
GRAVEDAD PARA EL MEDIO AMBIENTE (M)

Clase		Gravedad para el medio ambiente
1	Poco Importantes	No hay contaminación
2	Limitados	Hay baja contaminación y sus efectos están contenidos

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 4.9

GRAVEDAD PARA EL MEDIO AMBIENTE (M)

Clase		Gravedad para el medio ambiente
3	Graves	Hay baja o mediana contaminación y sus efectos están difundidos
4	Muy Graves	Hay alta contaminación y sus efectos están contenidos
5	Catastróficos	Hay muy alta contaminación y sus efectos están difundidos

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 4.10

GRAVEDAD PARA LA PROPIEDAD. COSTO DEL DAÑO (SALARIO MÍNIMO MENSUAL LEGAL) (P)

Clase		Gravedad para la propiedad. Costo del daño (salario mínimo mensual legal)		
		Organización Pequeña	Organización Mediana	Organización Grande
1	Poco Importantes	<2	<4	<8
2	Limitados	2 a 5	4 a 10	8 a 20
3	Graves	5 a 10	10 a 20	20 a 40
4	Muy Graves	10 a 20	20 a 40	40 a 80
5	Catastróficos	>20	>40	>80

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 4.11

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN (Ve)

Clase		Velocidad de propagación
1	Advertencia precisa y anticipada	Efectos contenidos / ningún daño
2	Media	Alguna propagación / pocos daños
3	Alta	Daños considerables / efectos contenidos
4	Sin advertencia	Desconocidos hasta que los efectos se han desarrollado completamente. Efectos inmediatos como explosión

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 4.12

PROBABILIDAD DE QUE EL RIESGO SUCEDA (P)

Clase		Probabilidad de que el riesgo suceda
1	Improbable	Menos de una vez cada 1000 años
2	Poco probable	Una vez cada 100 a 1000 años
3	Probable	Una vez cada 10 a 100 años
4	Bastante probable	Una vez cada 1 a 10 años
5	Muy probable	Más de una vez por año

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

La **prioridad** se determina reemplazando los valores respectivos de cada parámetro, en la ecuación 4.2:

$$Pr = \frac{(Vi \times 30\%) + (M \times 30\%) + (P \times 20\%) + (Ve \times 20\%)}{4} \quad (4.2)$$

Donde:

Pr: prioridad

Vi: gravedad para la vida

M: gravedad para el medio ambiente

P: gravedad para la propiedad

Ve: velocidad de propagación

La **ponderación de daños** se la realiza en función de la probabilidad (Pb) y de la prioridad (Pr), usando la Figura 4.3.

FIGURA 4.3

PONDERACIÓN DE DAÑOS EN FUNCIÓN DE LA PROBABILIDAD (Pb) Y DE LA PRIORIDAD (Pr)

		Pr				
		A	B	C	D	E
Pb	5	Yellow	Orange	Orange	Red	Red
	4	Yellow	Orange	Orange	Red	Red
	3	Yellow	Yellow	Orange	Red	Red
	2	Green	Yellow	Orange	Red	Red
	1	Green	Yellow	Orange	Red	Red

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En la Tabla 4.13 se presenta el formato para la matriz de riesgos, que se utiliza en el análisis de riesgos de la Metodología Apell.

TABLA 4.13

FORMATO: MATRIZ DE RIESGOS

Área o fuente de riesgo:												
Operación:												
Riesgo					Gravedad				Control riesgo		Medida preventiva y/o correctiva	
Peligro o Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	Vi	M	P	Ve	Pb	Pr		Ponderación de daños

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

4.1.2.3.2 Formato para la matriz de gestión en seguridad, salud y ambiente (20%)

Para la gestión en seguridad, salud y ambiente se califican varios aspectos relacionados con estos tres temas como se puede ver en la Tabla 4.14, en un rango de 0 a 1. Para una respuesta positiva (SI) se valora colocando el cero (0) en la fila correspondiente; si la respuesta es parcialmente positiva (PARCIALMENTE) se valora como cero punto cinco (0.5); y si la respuesta es negativa (NO) se valora colocando el uno (1) en la fila correspondiente.

TABLA 4.14

FORMATO: MATRIZ DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE

SEGURIDAD	SI (0)	PARCIALMENTE (0.5)	NO (1)
Posee una política de seguridad industrial, salud y ambiente escrita y divulgada entre trabajadores y otras partes interesadas.			
Cuenta con un programa de seguridad, salud y ambiente			
Cuenta con procedimientos para verificar el cumplimiento del programa de seguridad, salud y ambiente (efectividad en términos de cumplimiento de objetivos, metas e indicadores, auditorías, revisiones periódicas)			
Cuenta con un procedimiento escrito para responder a las inquietudes de la comunidad sobre las actividades de la organización			
Cuenta con manual de seguridad, que incluye prácticas seguras de operación			
Cuenta con metodologías para evaluar y valorar los riesgos de la organización			
Cuenta con planos detallados de la construcción, instalaciones eléctricas, aguas lluvias, negras e industriales, sistemas de prevención (alarmas, rutas de evacuación y salidas de emergencias)			
Cuenta con un programa de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo			
Cuenta con un plan de emergencia y contingencia para responder a situaciones como la alteración de las condiciones normales de operación por agentes externos, fallas en equipos, fallas en el personal o eventos naturales.			
Tiene conformadas las brigadas de emergencia			
Tiene programas de entrenamiento para las brigadas de emergencia, con simulacros periódicos de atención médica.			
Existe un programa de entrenamiento básico en seguridad, salud ocupacional y protección ambiental para nuevos empleados y de refuerzo para empleados antiguos.			

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 4.14

FORMATO: MATRIZ DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE

SEGURIDAD	SI (0)	PARCIALMENTE (0.5)	NO (1)
La organización tiene identificadas las labores de alto riesgo en las que una falla humana podría generar un accidente o incidente.			
Todos los productos químicos se encuentran identificados conforme a las normas nacionales o internacionales, en lo relacionado con sus riesgos y poseen la correspondiente hoja de seguridad.			
Cuenta con equipos de protección y/u otras medidas de seguridad donde sea aplicable.			
AMBIENTE	SI (0)	PARCIALMENTE (0.5)	NO (1)
Tiene identificada la normativa legal aplicable a la organización en temas de seguridad, salud y ambiente y se cumple.			
Existe la presencia de emisiones y desechos, con el debido control.			
Se han establecido planes de reducción de emisiones y desechos.			
SALUD	SI (0)	PARCIALMENTE (0.5)	NO (1)
Los trabajadores se involucran en la elaboración de procedimientos tendientes a lograr un ambiente laboral sano y seguro.			
Tiene identificados los riesgos por tareas y son conocidos por los trabajadores.			
Tiene un método para seleccionar los equipos de seguridad y de protección personal de acuerdo con los riesgos en los puestos de trabajo.			

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Todos los puntos de las columnas se suman y el valor acumulado se compara con la Tabla 4.15, para asignar el porcentaje respectivo.

TABLA 4.15

PORCENTAJE ASIGNADO A LA MATRIZ DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE

Porcentaje a asignar	Sumatorio de puntos Matriz de Gestión en seguridad, salud y ambiente
0%	0 puntos
5%	de 1 a 5 puntos
10%	de 6 a 10 puntos
15%	de 11 a 16 puntos
20%	de 17 a 21 puntos

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

4.1.2.3.3 Formato para la matriz de aspectos ambientales (20%)

Dentro de esta matriz se consideran los siguientes aspectos: emisiones atmosféricas, vertimientos, residuos sólidos y/o lodos y ruido. La valoración se realiza bajo dos criterios; verdadero y falso, valorados con uno (1) y cero (0) respectivamente, según la Tabla 4.16.

TABLA 4.16

FORMATO: MATRIZ DE ASPECTOS AMBIENTALES

EMISIONES ATMOSFÉRICAS	Verdadero (1)	Falso (0)
Las emisiones esperadas contienen sustancias que se encuentran clasificadas como peligrosas o presentan características peligrosas.		
Las emisiones esperadas contienen sustancias generadoras de olores ofensivos.		
La organización no cuenta con tecnologías de reducción en la fuente, aprovechamiento o sistemas de tratamiento de las emisiones, tales que garanticen el cumplimiento de la normatividad vigente.		
VERTIMIENTOS	Verdadero (1)	Falso (0)
Los vertimientos esperados contienen sustancias que se encuentran clasificadas como peligrosas o presentan características peligrosas.		
Los vertimientos contienen sustancias generadoras de olores ofensivos.		
La organización no cuenta con tecnologías de reducción en la fuente, aprovechamiento o sistemas de tratamiento de los vertimientos, tales que garanticen el cumplimiento de la normatividad vigente.		
RESIDUOS SÓLIDOS Y/O LODOS	Verdadero (1)	Falso (0)
Los residuos sólidos esperados contienen sustancias que se encuentran clasificadas como peligrosas o presentan características peligrosas.		
Los residuos sólidos contienen sustancias generadoras de olores ofensivos.		
La organización no cuenta con tecnologías de reducción en la fuente, reciclaje o reutilización.		
La organización no cuenta con servicios de transporte y disposición para los residuos que contienen sustancias peligrosas.		
RUIDO	Verdadero (1)	Falso (0)
La organización cuenta con máquinas y/o equipos generadores de ruido ambiental.		
La organización no cuenta con tecnologías de reducción en la fuente, aislamiento o reducción de ruido, tales que garanticen el cumplimiento de la normatividad vigente.		

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Todos los puntos de las columnas se suman y el valor acumulado se compara con la Tabla 4.17, para asignar el porcentaje respectivo.

TABLA 4.17
PORCENTAJE ASIGNADO A LA MATRIZ DE ASPECTOS AMBIENTALES

Porcentaje a asignar	Sumatorio de puntos Matriz de Aspectos ambientales
0%	0 puntos
5%	de 1 a 3 puntos
10%	de 4 a 6 puntos
15%	de 7 a 9 puntos
20%	de 10 a 12 puntos

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

4.1.2.3.4 *Formato para la matriz de otros aspectos (20%)*

Los otros aspectos a considerar se valoran porcentualmente, acorde a las siguientes tablas: Tabla 4.18, Tabla 4.19 y Tabla 4.20. Finalmente se suman los porcentajes de cada relación.

TABLA 4.18
SEGÚN SEA LA RELACIÓN: ÁREAS DE AMORTIGUAMIENTO/ÁREA DE ESTABLECIMIENTO

Relación de áreas	Porcentaje a asignar
mayor al 75 %	0,0%
entre el 50 y el 75 %	1,5 %
entre el 25 y el 49 %	3,0%
entre el 10 y 24 %	4,5 %
menor al 9 %	6,0%

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El porcentaje asignado en la Tabla 4.19, corresponde a los criterios expuestos en el mapa del Anexo No.3 “Mapa uso de suelo principal en el Distrito Metropolitano de Quito”.

TABLA 4.19

SEGÚN EL USO DEL SUELO DEL SITIO DE UBICACIÓN

Uso del suelo	Porcentaje a asignar
Equipamiento	0,00%
Residencial	1,75 %
Equipamiento de servicios públicos	3,50%
Comercial e Industrial	5,25%
Protección ambiental y ecológica	7,00%

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El porcentaje expuesto en la Tabla 4.20, se asigna de acuerdo a los criterios del Anexo No.4 “Oficio CIV-2010-018 Sismo-resistencia edificio de Ingeniería Civil y Ambiental EPN”, en el cual se indica que el Edificio de ingeniería Civil y Ambiental no satisface ninguna de las tres (3) condiciones para ser considerado sismo-resistente.

TABLA 4.20

SEGÚN EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA SISMO-RESISTENTE

Cumplimiento	Porcentaje a asignar
Si cumple	0%
No cumple	7%

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En la Metodología Apell, el porcentaje total de riesgo se obtiene a partir de la suma de los porcentajes parciales de cada uno de los cuatro aspectos considerados según la ecuación 4.3, y se valora con la Tabla 4.21.

$$R = X\% + Y\% + Z\% + W\% \quad (4.3)$$

Donde:

X%: matriz de riesgos

Y%: matriz de gestión en seguridad, salud y ambiente

Z%: matriz de aspectos ambientales

W%: matriz de otros aspectos

TABLA 4.21
EVALUACIÓN DEL RIESGO

Porcentaje alcanzado por la organización	Resultado
> 65%	La actividad de la organización se considera de riesgo alto para la salud y/o el ambiente dentro del entorno y características que se desarrollará. Riesgo elevado y no debe tolerarse. (Riesgo alto)
entre el 30% y el 65%	La actividad de la organización se considera de riesgo medio para la salud y/o el ambiente dentro del entorno y características que se desarrollará. (Riesgo medio)
< 30%	La actividad de la organización se considera de riesgo bajo para la salud o el ambiente dentro del entorno y características que se desarrollará. (Riesgo bajo)

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Para desarrollar esta matriz y justificar la calificación de algunos aspectos de esta, se utilizaron los resultados de las mediciones de las condiciones ambientales y laborales del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, expuestos en los numerales 5.1.1.1 al 5.1.1.4 del Capítulo 5 y en los Anexos No.8 hasta el No.11. En el Capítulo 5, numeral 5.1.4 se expone un ejemplo de cálculo de la Metodología Apell.

4.1.2.4 Estimación y valoración del riesgo de incendio mediante el Método de Gretener¹⁰

El Método de Gretener permite considerar los factores de peligro esenciales y definir las medidas necesarias para cubrir el riesgo. Este método se aplica en establecimientos públicos con elevada densidad de ocupación o en edificios en los cuales las personas están expuestas a un alto peligro, como los que se mencionan a continuación:

- Universidades, escuelas
- Museos, locales de espectáculos
- Centros comerciales
- Hoteles, hospitales

4.1.2.4.1 *Simbología*

Las letras mayúsculas se utilizan para designar:

- Factores globales que comprenden diversos factores parciales
- Coeficientes que no se pueden escindir en factores parciales
- Resultados de elementos de cálculo y designación de magnitudes de base

Las letras minúsculas se utilizan para designar:

- Factores de influencia
- Valores de cálculos cortafuego

Las letras designadas para los diferentes factores en el Método de Gretener son los siguientes:

A	Peligro de activación.
B	Exposición al riesgo.
E	Nivel de planta respecto a la altura útil de un local.
F	Resistencia al fuego, factor que representa el conjunto de las medidas de protección de la construcción.
H	Número de personas.
M	Producto de todas las medidas de protección.
N	Factor que incluye las medidas normales de protección.
P	Peligro potencial.
Q	Carga de incendio.
R	Riesgo de incendio efectivo.
S	Factor que reúne el conjunto de las medidas especiales de protección.
Z	Construcción celular.
G	Construcción de gran superficie.
V	Construcción de gran volumen.
AB	Superficie de un compartimento cortafuego.
AZ	Superficie de una célula cortafuego.

AF	Superficie vidriada.
Co	Indicación del peligro de corrosión.
Fe	Grado de combustibilidad.
Fu	Indicación del peligro de humo.
Tx	Indicación del peligro de toxicidad.
b	Anchuras del compartimento cortafuego.
c	Factor de combustibilidad.
e	Factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local.
f	Factor de medidas de protección de la construcción (con subíndice).
g	Factor de dimensión de la superficie del compartimento.
i	Factor de la carga térmica inmobiliaria.
k	Factor del peligro de corrosión y toxicidad.
l	Longitud del compartimento cortafuego.
n	Factor de medidas normales (con subíndice).
p	Exposición al riesgo de las personas.
q	Factor de la carga térmica mobiliaria.
r	Factor del peligro de humo.
s	Factor de las medidas especiales (con subíndice).
γ	Seguridad contra el incendio.
$P_{H,E}$	Situación de peligro para las personas (teniendo en cuenta el número de personas, la movilidad y la planta en la que se encuentra el compartimento cortafuego).
Q_m	Carga térmica mobiliaria.
Q_i	Carga térmica inmobiliaria.
R_n	Riesgo de incendio normal.
R_u	Riesgo de incendio aceptado.

4.1.2.4.2 Tipos de Edificaciones

Se distinguen tres tipos de edificaciones según su influencia en la propagación del fuego:

- Tipo Z: “Construcción en células cortafuegos que dificultan y limitan la propagación horizontal y vertical del fuego, con una superficie máxima de 200 m². El compartimiento engloba una única planta. Cada planta se encuentra dividida en sectores pequeños resistentes al fuego, en el inicio de un incendio se encuentra retardada o dificultada durante un cierto tiempo, tanto en sentido horizontal como vertical, gracias a las medidas tomadas durante la construcción”¹⁰.
- Tipo G: “Construcción de gran superficie que permite y facilita la propagación horizontal pero no la vertical del fuego. El compartimiento cortafuego se extiende a toda la planta o a sectores de gran superficie de la misma. Es así posible una extensión del fuego en sentido horizontal en una gran superficie, mientras que la extensión del fuego esta dificultada su propagación en sentido vertical por medidas constructivas”¹⁰.
- Tipo V: “Construcción de gran volumen que favorece y acelera la propagación horizontal y vertical del fuego. El compartimiento cortafuego se extiende a todo el edificio o partes del mismo cuya separación entre pisos es insuficiente o inexistente”¹⁰.

En la Tabla 4.22 se exponen las referencias a considerar para determinar el tipo de construcción del edificio.

TABLA 4.22

REFERENCIAS PARA DETERMINAR EL TIPO DE CONSTRUCCIÓN

Tipo de Construcción	A MACIZA (Resistencia al fuego definida)	B MIXTA (Resistencia al fuego variable)	C COMBUSTIBLE (Escasa resistencia al fuego)
Compartimentado			
Células locales 30-200 m ²	Z	Z ¹ G ² V ³	V
Grandes superficies Plantas separadas entre ellas y > 200 m ²	G	G ² V ³	V
Grandes volúmenes Conjunto del edificio, varias plantas unidas	V	V	V

¹: Separaciones entre células y plantas resistentes al fuego.

²: Separaciones entre plantas resistentes al fuego, entre células insuficientemente resistentes al fuego.

³: Separaciones entre células y plantas insuficientemente resistentes al fuego.

FUENTE: Gretener, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

4.1.2.4.3 Exposición al riesgo de incendio (B)

Toda edificación está expuesta al peligro de incendio, el cual se desarrolla debido a numerosos factores que influyen en el mismo incendio y que pueden actuar dificultando la propagación o favoreciéndola, teniendo una influencia positiva o negativa sobre los daños resultantes.

La exposición al riesgo de incendio (B) corresponde al cociente formado por el producto de todos los factores de peligro (P) dividido para el producto de todos los factores de protección (M), de acuerdo a la ecuación 4.4.

$$B = \frac{P}{M} = \frac{q \times c \times r \times k \times i \times e \times g}{N \times S \times F} \quad (4.4)$$

Peligro potencial (P)

El peligro potencial (P) se compone por el producto de los diferentes factores de peligro relacionados con el contenido de un edificio (q, c, r, k) y con el edificio mismo (i, e, g), acorde a la ecuación 4.5.

$$P = q \times c \times r \times k \times i \times e \times g \quad (4.5)$$

En la Tabla 4.23 se presentan los factores de peligros inherentes al contenido del edificio y a este mismo.

TABLA 4.23

FACTORES DE PELIGROS INHERENTES AL CONTENIDO Y AL EDIFICIO

Factor	Designación de peligros	Símbolo, Abreviatura	Atribución
q	Carga térmica mobiliaria	Qm	Peligros inherentes al contenido
c	Combustibilidad	Fe	
r	Formación de humos	Fu	
k	Peligro de corrosión / toxicidad	Co / Tx	
i	Carga térmica inmobiliaria	Qi	Peligros inherentes al edificio
e	Nivel de la planta o altura del local	E, H	
g	Tamaño de los compartimentos corta-fuegos y su relación longitud / anchura	AB l:b	

FUENTE: Gretener, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Carga de incendio mobiliaria (Q_m) (unidad: MJ/m²)

La carga de incendio mobiliaria corresponde a la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de todas las materias mobiliarias, respecto a la superficie del compartimiento cortafuego.

Esta se calcula a partir del sumatorio de las cargas de incendio mobiliarias de cada material en el compartimiento cortafuego, y se le puede añadir un factor de seguridad del 20%. Mediante la ecuación 2.1 del Capítulo 2, se determina la carga de incendio mobiliaria (Q_m) o carga térmica.

Con el valor más alto calculado en el edificio respecto a la carga de incendio mobiliaria calculado, en el Anexo No.5 “Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades” se selecciona la actividad correspondiente al Q_m calculado o una semejante, y que el valor de Q_m de la tabla se aproxime al Q_m calculado.

Una vez elegida la carga de incendio mobiliaria de la tabla “Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades” (Anexo No.5) se utilizan los valores de los factores de peligro inherentes al contenido (q , c , r y k) correspondientes a esta.

Factor de carga térmica mobiliaria (q)

El valor del factor “ q ” se obtiene de la tabla del Anexo No.5 “Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades”, de acuerdo a la actividad y carga de incendio mobiliaria seleccionada.

Factor de combustibilidad (c)

El valor del factor “ c ” se obtiene de la tabla del Anexo No.5 “Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades”, y cuantifica la inflamabilidad y la velocidad de combustión de las materias combustibles.

Factor de peligro de humo (r)

El factor “r” hace referencia a materias que arden desarrollando un humo particularmente intenso, y su valor se obtiene de la tabla del Anexo No.5 “Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades”.

Factor del peligro de corrosión y toxicidad (k)

El factor “k” se refiere a las materias que producen al arder cantidades importantes de gases corrosivos o tóxicos, y su valor se expone en el Anexo No.5 “Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades”.

Carga térmica inmobiliaria Qi: (factor i)

La carga térmica inmobiliaria considera la parte combustible contenida en los diferentes elementos de la construcción (estructura, techos, suelos y fachadas) y su influencia en la propagación previsible del incendio, de acuerdo a la Tabla 4.24, la misma que permite valorar al factor “i” que depende de la combustibilidad de la construcción portante, de los elementos de las fachadas y cubiertas.

TABLA 4.24

CARGA DE INCENDIO INMOBILIARIA (i)

Estructura Portante	Elementos de fachadas, tejados	Hormigón Ladrillos Metal	Componentes de fachadas Multicapas con capas exteriores incombustibles	Maderas Materias sintéticas
		Incombustible	Combustible protegida	Combustible
	Hormigón, ladrillo, acero, otros metales incombustible	1,00	1,05	1,10
	Construcción en madera - revestida combustible - contrachapada* protegida - maciza* combustible	1,10	1,15	1,20
	Construcción en madera - ligera combustible	1,20	1,25	1,30

*: Dimensión mínima según AEAI/SPI.

FUENTE: Gretener, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Nivel de la planta respecto a la altura útil del edificio E: (factor e)

Para los inmuebles de diversas plantas, “E” cuantifica las dificultades presumibles que tienen las personas que habitan en el establecimiento para evacuarlo y la complicación de la intervención de bomberos, en función de la situación de cada planta.

Dada la consideración anterior, para construcciones de tipo Z o G el factor “e” toma el valor de la planta considerada y para construcciones de tipo V este factor toma el valor más elevado de los que correspondan a los pisos que se comunican entre ellos (Ver Tabla 4.25 y 4.26).

En el caso de sótanos, la diferencia de altura entre la calle de acceso y la cota del suelo del sótano considerado permite valorar al factor “e”. Para las construcciones tipo V, el valor del factor “e” será el más elevado de los que correspondan a los pisos que se comunican entre ellos (Ver la Tabla 4.25).

TABLA 4.25

VALORES PARA EDIFICACIONES DE UNA PLANTA Y SÓTANOS

Edificios de un solo nivel				
Altura del local E (altura útil)		Factor e		
		Qm pequeño*	Qm mediano*	Qm grande*
Más de 10 m		1,00	1,25	1,50
Hasta 10 m		1,00	1,15	1,30
Hasta 7 m		1,00	1,00	1,00
Sótanos				
Altura del local E (altura útil)		Factor e		
Primer sótano	3 m	1,00		
Segundo sótano	6 m	1,90		
Tercer sótano	9 m	2,60		
Cuarto sótano y restantes	12 m	3,00		

pequeño*: $Q_m \leq 200 \text{ MJ/m}^2$

mediano*: $Q_m \leq 1000 \text{ MJ/m}^2$

grande*: $Q_m > 1000 \text{ MJ/m}^2$

FUENTE: Gretener, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 4.26

EDIFICIO DE VARIAS PLANTAS

Planta	E+ Cota de la planta respecto a la rasante	Factor e
Planta baja		1,00
Planta 1	<= 4m	1,00
Planta 2	<= 7m	1,30
Planta 3	<= 10m	1,50
Planta 4	<= 13m	1,65
Planta 5	<= 16m	1,75
Planta 6	<= 19m	1,80
Planta 7	<= 22m	1,85
Planta 8, 9 y 10	<= 25m	1,90
Planta 11 y superiores	<= 34m	2,00

FUENTE: Greterer, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Superficie del compartimento cortafuego "AB" y su relación longitud/anchura "l:b": (factor g)

Las dimensiones (l y b) de la superficie de un compartimento cortafuego (AB) cuantifican la probabilidad de propagación horizontal de un incendio. Cuanto más grandes son estas dimensiones, más desfavorables son las condiciones de lucha contra el fuego y afectan las posibilidades de acceso de los bomberos.

El factor "g" se valora en función de la superficie ($AB = l \cdot b$) y de la relación longitud / anchura (l/b) del compartimento cortafuego considerado, de acuerdo a la Tabla 4.27.

TABLA 4.27

TAMAÑO DEL COMPARTIMIENTO CORTAFUEGO

l:b Relación longitud/anchura del compartimento cortafuego								Factor dimensional g
8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	
800	770	730	680	630	580	500	400	0,4
1200	1150	1090	1030	950	870	760	600	0,5
1600	1530	1450	1370	1270	1150	1010	800	0,6
2000	1900	1800	1700	1600	1450	1250	1000	0,8
2400	2300	2200	2050	1900	1750	1500	1200	1,0
4000	3800	3600	3400	3200	2900	2500	2000	1,2
6000	5700	5500	5100	4800	4300	3800	3000	1,4
8000	7700	7300	6800	6300	5800	5000	4000	1,6
10000	9600	9100	8500	7900	7200	6300	5000	1,8
12000	11500	10900	10300	9500	8700	7600	6000	2,0

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 4.27

TAMAÑO DEL COMPARTIMIENTO CORTAFUEGO

l:b Relación longitud/anchura del compartimiento cortafuego								Factor dimensional g
14000	13400	12700	12000	11100	10100	8800	7000	2,2
16000	15300	14500	13700	12700	11500	10100	8000	2,4
18000	17200	16400	15400	14300	13000	11300	9000	2,6
20000	19100	18200	17100	15900	144000	12600	10000	2,8
22000	21000	20000	18800	17500	15900	13900	11000	3,0
24000	23000	21800	20500	19000	17300	15100	12000	3,2
26000	24900	23600	22200	20600	18700	16400	13000	3,4
28000	26800	25400	23900	22200	20200	17600	14000	3,6
32000	30600	29100	27400	25400	23100	20200	16000	3,8
36000	34400	32700	30800	28600	26000	22700	18000	4,0
40000	38300	36300	35300	31700	28800	25200	20000	4,2
44000	42100	40000	37600	34900	31700	27700	22000	4,4
52000	49800	47200	44500	41300	37500	32800	26000	4,6
60000	57400	54500	51300	47600	43300	37800	30000	4,8
68000	65000	61800	58100	5400	4900	42800	34000	5,0

FUENTE: Gretener, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Medidas de protección (M)

Las medidas de protección (M) corresponden al producto de las medidas normales (N), especiales (S) e inherentes a la construcción (F), como se puede observar en la ecuación 4.6.

$$M = N \times S \times F \quad (4.6)$$

Medidas normales (N): (factores n1, n2, n3, n4, n5)

Las medidas normales de protección se evalúan con los factores n1, n2, n3, n4 y n5, a través de la ecuación 4.7:

$$N = n1 \times n2 \times n3 \times n4 \times n5 \quad (4.7)$$

Donde:

n1: extintores portátiles

n2: bocas de incendio equipadas BIE's (hidrantes interiores)

n3: fiabilidad de aportación de las fuentes de agua para extinción

n4: distancias a los hidrantes exteriores (longitud de los conductos para transporte de agua)

n5: personal instruido en materia de extinción de incendios

Estos factores se estiman y valoran de acuerdo a las especificaciones de la Tabla 4.28.

TABLA 4.28

MEDIDAS NORMALES

Medidas Normales			N		
n1	10	Extintores portátiles según RT2-EXT			
	11	Suficientes	1,00		
	12	Insuficientes o inexistentes	0,90		
n2	20	Hidrantes interiores (BIE's) según RT2-BIES			
	21	Suficientes	1,00		
	22	Insuficientes o inexistentes	0,80		
n3	30	Fiabilidad de la aportación de agua*** Condiciones mínimas de caudal* Riesgo alto / más de 3.600 l.p.m Riesgo medio / más de 1.800 l.p.m. Riesgo bajo / más de 900 l.p.m.	Reserva de agua** Mín. 480 m3 Mín. 240 m3 Mín. 120 m3		
			Presión – Hidrante		
			Menos de 2 bar	Más de 2 bar	Más de 4 bar
	31	Deposito con reserva de agua para extinción: - Elevado o - Con bombeo de agua subterránea con accionamiento independiente de la red eléctrica.	0,70	0,85	1,00
	32	Deposito elevado sin reserva de agua para extinción, con bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica.	0,65	0,75	0,90
	33	Bomba de capa subterránea independiente de la red eléctrica, sin reserva	0,60	0,70	0,85
	34	Bomba de capa subterránea dependiente de la red eléctrica, sin reserva.	0,50	0,60	0,70
	35	Aguas naturales con sistema de impulsión.	0,50	0,55	0,60
n4	40	Longitud de la manguera de aportación de agua			
	41	Long. del conducto < 70 m	1,00		
	42	Long. del conducto 70-100 m (distancia entre el hidrante y la entrada del edificio)	0,95		
	43	Long. del conducto > 100 m	0,90		
n5	50	Personal instruido			
	51	Disponible y formado	1,00		
	52	Inexistente	0,80		

* Cuando el caudal sea menor, es necesario reducir los factores 31 a 34 en 0,05 por cada 300 l.p.m. de menos.

** Cuando la reserva sea menor, es necesario reducir los factores 31 a 34 en 0,05 por cada 36 m³ de menos.

*** Este apartado deberá adaptarse en un futuro a los criterios contenidos en las Reglas Técnicas RT2-CHE y RT2-ABA, más acordes con la realidad de España.

FUENTE: Greterer, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Medidas especiales (S): (factores s1, s2, s3, s4, s5, s6)

Las medidas especiales (complementarias) de protección para la detección y lucha contra el fuego se evalúan con los factores s1, s2, s3, s4, s5 y s6, a través de la ecuación 4.8.

$$S = s1 \times s2 \times s3 \times s4 \times s5 \times s6 \quad (4.8)$$

Donde:

s1: detección del fuego

s2: transmisión de la alarma

s3: disponibilidad de bomberos (cuerpos oficiales de bomberos y bomberos de empresa)

s4: tiempo para la intervención de los cuerpos de bomberos oficiales

s5: instalaciones de extinción

s6: instalaciones de evacuación de calor y de humo

Estos factores se estiman y valoran de acuerdo a las especificaciones de la Tabla 4.29.

TABLA 4.29

MEDIDAS ESPECIALES

Medidas Especiales				s
Detección	s1	10	Detección del fuego	
		11	Vigilancia: al menos 2 rondas durante la noche, y los días festivos	1,05
			rondas cada 2 horas	1,10
		12	Inst. detección: automática (según RT3-DET)	1,45
		13	Inst. rociadores: automática (según RT1-ROC)	1,20
Transmisión de la alarma	s2	20	Transmisión de la alarma al puesto de alarma contra el fuego.	
		21	Desde un puesto ocupado permanentemente (ejm. portería) y teléfono.	1,05
		22	Desde un puesto ocupado permanentemente (de noche al menos 2 personas) y teléfono.	1,10
		23	Transmisión de la alarma automática por central de detección o de rociadores a puesto de alarma contra el fuego mediante un teletransmisor.	1,10
		24	Transmisión de la alarma automática por central de detección o sprinkler al puesto de alarma contra el fuego mediante línea telefónica vigilada permanentemente (línea reservada TUS)	1,20

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 4.29

MEDIDAS ESPECIALES

Medidas Especiales							s		
Intervención	s3	30	Cuerpos de bomberos oficiales (SP) y de empresa (SPE)						
			Oficiales SP	SPE Nivel 1	SPE Nivel 2	SPE Nivel 3	SPE Nivel 4	sin SPE	
		31	Cuerpos SP	1,20	1,30	1,40	1,50	1,00	
		32	SP + alarma simultánea	1,30	1,40	1,50	1,60	1,15	
		33	SP + alarma simultánea +TP	1,40	1,50	1,60	1,70	1,30	
		34	Centro B*	1,45	1,55	1,65	1,75	1,35	
		35	Centro A*	1,50	1,60	1,70	1,80	1,40	
		36	Centro + retén	1,55	1,65	1,75	1,85	1,45	
		37	SP profesional	1,70	1,75	1,80	1,90	1,60	
Escalones de intervención	s4	40	Escalones de intervención de los cuerpos locales de bomberos						
			Escalón tiempo/distanc.	Inst. sprinkler		SPE Nivel 1+2	SPE Nivel 3	SPE Nivel 4	Sin SPE
				cl. 1	cl. 2				
		41	E1 <15min, <5Km	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		42	E2 <30min, >5Km	1,00	0,95	0,90	0,95	1,00	0,80
		43	E3 >30min	0,95	0,90	0,75	0,90	0,95	0,60
Instalación de extinción	s5	50	Instalaciones de extinción						
		51	Sprinkler cl. 1 (abastecimiento doble)					2,00	
		52	Sprinkler cl. 2 (abastecimiento sencillo o superior) o instalación de agua pulverizada					1,70	
		53	Protección automática de extinción por gas (protección de local), etc.					1,35	
EFC	s6	60	Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual)					1,20	

FUENTE: Gretener, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Medidas de protección inherentes a la construcción (F): (factores f1, f2, f3, f4)

Las medidas constructivas más importantes se evalúan con los factores f1, f2, f3 y f4, a través de la ecuación 4.9; el factor global F representa la resistencia al fuego del inmueble.

$$F = f1 \times f2 \times f3 \times f4 \quad (4.9)$$

Donde:

f1: resistencia al fuego de la estructura portante del edificio

f2: resistencia al fuego de las fachadas

f3: resistencia al fuego de las separaciones entre plantas teniendo en cuenta las comunicaciones verticales

f4: Dimensión de las células cortafuegos, teniendo en cuenta las superficies vidriadas utilizadas como dispositivo de evacuación del calor y del humo.

Estos factores se estiman y valoran de acuerdo a las especificaciones de la Tabla 4.30.

TABLA 4.30

MEDIDAS DE PROTECCIÓN INHERENTES A LA CONSTRUCCIÓN

Medidas inherentes a la construcción					F	
f1	11	Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares)				
		F90 y más			1,30	
		F30 / F60			1,20	
		<F30			1,00	
f2	21	Fachadas				
		Altura de las ventanas $\leq 2/3$ de la altura de la planta				
		F90 y más			1,15	
		F30 / F60			1,10	
	23	<F30			1,00	
f3	31	Suelos y techos**		aberturas verticales		
		Separación horizontal entre niveles	Número de pisos	Z + G	V	V
				ninguna u obturada	protegidas*	no protegidas
		F90	≤ 2	1,20	1,10	1,00
			> 2	1,30	1,15	1,00
		F30/F60	≤ 2	1,15	1,05	1,00
			> 2	1,20	1,10	1,00
		<F30	≤ 2	1,05	1,00	1,00
			> 2	1,10	1,05	1,00
		f4	41	Superficie de células cortafuegos provistas de tabiques F30 puertas cortafuegos T30. Relación de las superficies AF/AZ		
$\geq 10\%$				$< 10\%$		
AF < 50 m ²				1,20		
AF < 100 m ²				1,10		
	43	AF ≤ 200 m ²			1,00	

*: Aberturas protegidas en su contorno por una instalación de sprinkler reforzada o por una instalación de diluvio.

** : No válido para cubiertas.

FUENTE: Gretener, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

4.1.2.4.4 *Riesgo de Incendio Efectivo (R)*

“El peligro de activación (A) cuantifica la probabilidad de que un incendio se pueda producir. En la práctica, se define por la evaluación de las posibles fuentes de iniciación cuya energía calorífica o de ignición puede permitir que comience un proceso de combustión”.¹⁰ Este se valora de acuerdo a la actividad seleccionada en el Anexo No.5 “Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades”.

El riesgo de incendio efectivo (R) cuantifica la posibilidad de ocurrencia de un incendio, y se calcula para el compartimento cortafuego más grande o el más peligroso de un edificio, multiplicando el valor de la exposición al riesgo de incendio (B) y el valor del peligro de activación (A), de acuerdo a la ecuación 4.10

$$R = B \times A = \frac{P}{M} \times A \quad (4.10)$$

4.1.2.4.5 *Riesgo de Incendio aceptado (Ru)*

Para cada edificación se define un riesgo de incendio particular, ya que el nivel de riesgo admisible no puede tener el mismo valor para todos los edificios.

De acuerdo al número de ocupantes de un edificio y su movilidad, el riesgo de incendio aceptado (Ru) se calcula multiplicando el valor del riesgo de incendio normal (Rn) y un factor de corrección del riesgo de incendio normal ($P_{H,E}$), acorde a la ecuación 4.11.

$$Ru = Rn \times P_{H,E} \quad (4.11)$$

Donde:

Ru: riesgo de incendio aceptado

Rn: riesgo de incendio normal = 1,3

$P_{H,E}$: factor de corrección del riesgo de incendio normal

Factor de corrección del riesgo de incendio normal ($P_{H,E}$)

El factor de corrección $P_{H,E}$ se valora de acuerdo al número de personas admitidas en el compartimento considerado (H), a la clasificación de la exposición al riesgo de las personas (P) y la situación del compartimento cortafuego considerado, mediante la Tabla 4.31.

TABLA 4.31

CLASIFICACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LAS PERSONAS

NÚMERO DE PERSONAS ADMITIDAS EN EL COMPARTIMENTO CORTAFUEGO CONSIDERADO	CLASIFICACION DE LA EXPOSICION AL RIESGO DE LAS PERSONAS											Valor del $P_{H,E}$
	1				2				3			
	Situación del compartimento cortafuego considerado				Situación del compartimento cortafuego considerado				Situación del compartimento cortafuego considerado			
	Planta baja + 1 ^{er} piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.	Planta baja + 1 ^{er} piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7	Pisos 8 y super.	Planta baja + 1 ^{er} piso	Pisos 2-4	Pisos 5-7		Pisos 8 y super.
>1000	≤ 30	...	...	>1000	...	...	...	>1000	...	...	...	1,00
...	≤ 100	...	...	...	≤ 30	...	...	...	...	...	...	0,95
...	≤ 300	...	...	...	≤ 100	...	...	...	...	...	...	0,90
...	≤ 1000	≤ 30	...	...	≤ 300	...	...	...	≤ 30	...	...	0,85
...	> 1000	≤ 100	...	...	1000	≤ 30	...	...	≤ 100	...	...	0,80
...	...	≤ 300	...	...	> 1000	≤ 100	...	...	≤ 300	...	...	0,75
...	...	≤ 1000	≤ 30	...	...	≤ 300	...	...	≤ 1000	≤ 30	...	0,70
...	...	> 1000	≤ 100	...	...	≤ 1000	≤ 30	...	> 1000	≤ 100	...	0,65
...	...	...	≤ 300	...	...	> 1000	≤ 100	...	...	≤ 300	...	0,60
...	...	...	≤ 1000	...	...	...	≤ 300	...	...	≤ 1000	≤ 30	0,55
...	...	...	> 1000	...	...	...	≤ 1000	...	...	> 1000	≤ 100	0,50
...	...	...	...	...	...	...	> 1000	...	...	...	≤ 300	0,45
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	≤ 1000	0,45
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	> 1000	0,40

FUENTE: Gretener, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De manera general, los valores del factor $P_{H,E}$ para un determinado nivel de peligro de las personas son los siguientes:

$P_{H,E} < 1$ para un peligro de personas elevado

$P_{H,E} = 1$ para un peligro de personas normal

$P_{H,E} > 1$ para un peligro de personas bajo

Para los establecimientos de pública concurrencia, la exposición al riesgo de las personas se clasifica de la siguiente manera:

P=1: para exposiciones, museos, locales de diversión, salas de reunión, escuelas, restaurantes, grandes almacenes, etc.

P=2: para hoteles, pensiones, guarderías infantiles, albergues, etc.

P=3: para hospitales, asilos, establecimientos diversos.

Para los establecimientos de usos no mencionados se establece un valor de $P_{H,E} = 1,0$.

4.1.2.4.6 Nivel de seguridad contra el incendio (γ)

El nivel de seguridad contra incendios se determina comparando el riesgo de incendio aceptado "Ru" con el riesgo de incendio efectivo "R"; el coeficiente de seguridad contra incendios " γ " se calcula con la ecuación 4.12.

$$\gamma = \frac{R_u}{R} \geq 1 \quad (4.12)$$

La seguridad contra el incendio es suficiente si $R < R_u$, ($\gamma \geq 1$).

La seguridad contra el incendio es insuficiente si $R > R_u$, ($\gamma < 1$). Por lo tanto, se debe formular nuevos conceptos de protección, mejor adaptados a la carga de incendio y controlados por medio del presente método; con esta nueva hipótesis

de protección contra incendios se debe comprobar si el nivel de seguridad contra incendios llega a ser suficiente

4.1.2.4.7 Desarrollo de Cálculos

La secuencia de cálculos del Método Gretener se resume en la Tabla 4.32, definiendo y evaluando paulatinamente los diferentes factores que influyen en el riesgo de incendio y las medidas de protección existentes en cada uno de los compartimentos cortafuego considerados. En el numeral 5.1.5 del Capítulo 5 se presenta el desarrollo de este método.

TABLA 4.32

HOJA DE CÁLCULO - MÉTODO DE GREENER

HOJA DE CÁLCULO DE GREENER					
EDIFICIO:		LUGAR:		CALLE:	
Parte del edificio:		VARIANTE ACTUAL		VARIANTE PROPUESTA	
Compartimento: Tipo de edificio:		l = b = AB = l:b =		l = b = AB = l:b =	
TIPO DE CONCEPTO					
q	Carga térmica mobiliaria	Qm =		Qm =	
c	Combustibilidad				
r	Peligro de humos				
k	Peligro de corrosión				
i	Carga térmica inmobiliaria				
e	Nivel de la planta				
g	Superficie del compartimento				
P	PELIGRO POTENCIAL	$P = q*c*r*k*i*e*g$	0,00	$P = q*c*r*k*i*e*g$	0,00
n1	Extintores portátiles				
n2	Hidrantes interiores. BIE's				
n3	Fuentes de agua-fiabilidad				
n4	Conductos transporte agua				
n5	Personal instruido en extinción				
N	MEDIDAS NORMALES	$N = n1*n2*n3*n4*n5$	0,00	$N = n1*n2*n3*n4*n5$	0,00
s1	Detección de fuego				
s2	Transmisión de alarma				
s3	Disponibilidad de bomberos				
s4	Tiempo para intervención				
s5	Instalación de extinción				
s6	Instalación evacuación de humo				
S	MEDIDAS ESPECIALES	$S = s1*s2*s3*s4*s5*s6$	0,00	$S = s1*s2*s3*s4*s5*s6$	0,00
f1	Estructura portante	F <		F <	
f2	Fachadas	F <		F <	
f3	Forjados	F <		F <	
	· Separación de plantas				
	· Comunicaciones verticales				
f4	Dimensiones de las células	AZ =		AZ =	
	· Superficies vidriadas	AF/AZ =		AF/AZ =	
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN	$F = f1*f2*f3*f4$	0,00	$F = f1*f2*f3*f4$	0,00
B	Exposición al riesgo	$B = P / (N*S*F)$	0,00	$B = P / (N*S*F)$	0,00
A	Peligro de activación				

CONTINUA...

CONTINUACIÓN

TABLA 4.32

HOJA DE CÁLCULO - MÉTODO DE GREENER

HOJA DE CÁLCULO DE GREENER				
EDIFICIO:		LUGAR:		CALLE:
Parte del edificio:		VARIANTE ACTUAL		VARIANTE PROPUESTA
	Compartimento: Tipo de edificio:	I = b = AB = l:b =		I = b = AB = l:b =
	TIPO DE CONCEPTO			
	q Carga térmica mobiliaria c Combustibilidad r Peligro de humos k Peligro de corrosión i Carga térmica inmobiliaria e Nivel de la planta g Superficie del compartimento	Qm =		Qm =
	P PELIGRO POTENCIAL	$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g$	0,00	$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g$ 0,00
	n1 Extintores portátiles n2 Hidrantes interiores. BIE's n3 Fuentes de agua-fiabilidad n4 Conductos transporte agua n5 Personal instruido en extinción			
	N MEDIDAS NORMALES	$N = n1 \cdot n2 \cdot n3 \cdot n4 \cdot n5$	0,00	$N = n1 \cdot n2 \cdot n3 \cdot n4 \cdot n5$ 0,00
	s1 Detección de fuego s2 Transmisión de alarma s3 Disponibilidad de bomberos s4 Tiempo para intervención s5 Instalación de extinción s6 Instalación evacuación de humo			
	S MEDIDAS ESPECIALES	$S = s1 \cdot s2 \cdot s3 \cdot s4 \cdot s5 \cdot s6$	0,00	$S = s1 \cdot s2 \cdot s3 \cdot s4 \cdot s5 \cdot s6$ 0,00
	f1 Estructura portante f2 Fachadas f3 Forjados · Separación de plantas · Comunicaciones verticales f4 Dimensiones de las células · Superficies vidriadas	F < F < F < ----- AZ = AF/AZ =		F < F < F < ----- AZ = AF/AZ =
	F MEDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN	$F = f1 \cdot f2 \cdot f3 \cdot f4$	0,00	$F = f1 \cdot f2 \cdot f3 \cdot f4$ 0,00
	B Exposición al riesgo A Peligro de activación	$B = P / (N \cdot S \cdot F)$	0,00	$B = P / (N \cdot S \cdot F)$ 0,00
	R RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO	$R = B \cdot A$	0,00	$R = B \cdot A$ 0,00
	P _H , E Situación de peligro para las personas	H =		H =
	Ru Riesgo de incendio aceptado	P = $Ru = 1,3 \cdot P_{H,E}$	0,00	P = $Ru = 1,3 \cdot P_{H,E}$ 0,00
	y SEGURIDAD CONTRA INCENDIO	$y = Ru/R$	0,00	$y = Ru/R$ 0,00
	NOTAS:			

FUENTE: Greener, Evaluación del Riesgo de Incendio, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

4.1.2.5 Matriz de orden y limpieza⁴⁴

La inspección de orden y limpieza se realiza para cada área de trabajo, en cada una de las plantas del edificio. Los principales rubros de análisis a considerar son

los siguientes: aparatos, maquinaria y equipos, condiciones laborales, existencia de herramientas y materiales, pasillos y accesos.

A cada uno de los rubros se les asigna un puntaje de riesgo, desde el uno (1) para riesgo de carácter trivial, hasta el diez (10) para riesgo de carácter intolerable. Posteriormente, una persona entendida en el tema llevará a cabo una inspección del lugar para su calificación.

Posteriormente, el orden y limpieza de cada área de las plantas del edificio se califica cualitativa y cuantitativamente, desde **malo** hasta **muy bueno**, por medio de intervalos establecidos en base al desarrollo de la matriz.

El puntaje de cumplimiento de orden y limpieza expresado en porcentaje se calcula con la ecuación 4.13.

$$\text{Calificación Final (\%)} = \frac{\text{Puntaje Total}}{\text{Total de Muy Bueno}} \quad (4.13)$$

Los resultados del desarrollo de la Matriz de Orden y Limpieza se presentan en el numeral 5.1.6 del Capítulo 5, para cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, con relación a los diferentes rubros ya mencionados

4.1.3 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Para el presente proyecto, los resultados de las metodologías mencionadas en el numeral 4.1.2 se presentan en el Capítulo 5 y se analizan uno a uno para diagnosticar el estado actual del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental desde el punto de vista de la seguridad industrial.

4.2 CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DE USUARIOS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

La capacidad de ocupación de un edificio o de una planta se determina dividiendo la superficie construida para la relación de superficie por persona conforme a la guía que se presenta en el “Documento Básico SI, Seguridad en caso de incendio” del Código Técnico de la Edificación de España (Tabla 6.B del Anexo No.6).^{6, 29}

La determinación de la capacidad de ocupación toma en cuenta la superficie total de los distintos pisos del edificio, limitada por sus respectivos perímetros, y excluyendo lo siguiente:

- “La parte de muros medianeros asentados sobre predios.
- Las circulaciones horizontales y verticales, de uso común, exigidas como medios de egreso de los distintos pisos.
- Los locales técnicos de las instalaciones del edificio y los depósitos familiares ubicados en distintos niveles de las viviendas (en caso de viviendas colectivas).
- Balcones y terrazas, cubiertas o no, privadas de cada unidad de uso.
- Los garajes, guardachoques, cocheras, estacionamiento cubierto (individuales o colectivos), y sus accesos y circulaciones.”⁶

4.2.1 CAPACIDAD DE OCUPACIÓN SEGÚN LA NORMATIVA^{7, 29}

Para la determinación de la ocupación de personas en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se debe utilizar el criterio del documento “Sistema de Evacuación Sectorial” de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Guatemala, que indica que la ocupación de personas no será menor que el área de los pisos (metros cuadrados) asignada para un uso determinado, dividida para el factor indicado en la Tabla 6.A del Anexo No.6. Para usos no definidos en esta tabla, la ocupación se calculará en base al uso que más se

parezca al uso real. Para múltiples usos en un edificio o parte de este, la ocupación corresponderá a la que resulte en el mayor número de personas.⁷

De acuerdo al “Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio” del Código Técnico de la Edificación de España, la ocupación se debe calcular considerando²⁹:

- a) Los valores de densidad de ocupación presentados en la Tabla 6.B del Anexo No.6, en función de la superficie útil de cada zona, excepto cuando se prevea una ocupación mayor o cuando sea exija una ocupación menor, en aplicación de alguna disposición legal.
- b) El uso de las diferentes zonas de un edificio.

En la Tabla 4.33 se presentan los valores de capacidad de ocupación mínimo y máximo, para cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, tanto de la normativa de España como de Guatemala, a manera de comparación. En el Anexo No.6 se presentan la Tabla 6.A para la normativa de Guatemala y la Tabla 6.B para la normativa de España.

TABLA 4.33

CAPACIDAD DE OCUPACIÓN SEGÚN LA NORMATIVA

Plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental	Capacidad de ocupación según normativa			
	“Sistema de evacuación sectorial”, CONRED, Guatemala (m ² /persona)		“Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio”, Código Técnico de la Edificación, España (m ² /persona)	
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Planta baja	4.5	4.5	5	5
Mezzanine	9.3	4.5	10	5
Primer piso	9.3	4.5	10	5
Segundo piso	9.3	1.85	10	1.5
Tercer piso	4.5	1.85	2	1.5
Cuarto piso	9.3	1.85	10	1.5
Quinto piso	9.3	1.85	10	1.5
Sexto piso	9.3	9.3	10	10

Max.: máxima ocupación

Min.: mínima ocupación

FUENTE: Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio - Código Técnico de la Edificación de España, Febrero 2010. Sistema de Evacuación sectorial - Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres Secretaría Ejecutiva (CONRED) de Guatemala.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

4.2.2 CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DEL EDIFICIO

La capacidad de ocupación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, corresponde a la relación entre la superficie de la planta del edificio y el número de personas que permanecen en él.

En el presente proyecto, para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se consideran los alumnos y docentes que constan en los listados de horarios de clase, el personal administrativo y de servicio, y el flujo flotante de personas (visitantes) en el edificio.

El flujo flotante de personas en el interior del edificio se determina para intervalos de tiempo específicos, y permite comprender la movilización de los visitantes en el edificio, y establecer con mayor exactitud los posibles momentos más críticos en caso de una evacuación.

Durante una semana (de lunes a domingo), desde las 07:00 horas hasta las 21:00 horas se obtienen las capacidades de ocupación máximas y mínimas por cada hora.

Finalmente, los resultados del cálculo de capacidad de ocupación del edificio se comparan con la capacidad de ocupación determinada en la normativa, que se presenta en la Tabla 4.33, para establecer su cumplimiento o incumplimiento; estos resultados se presentan en la Tabla 5.37 del Capítulo 5.

4.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIO

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se deben implementar las medidas preventivas contra incendio mencionadas en el Método Gretener, de acuerdo a las normativas de prevención de incendios pertinentes, con la finalidad de disminuir el riesgo de incendio.

Las medidas de prevención contra incendio que se consideran relevantes son:

- Extintores en función de la carga térmica en el edificio
- Bocas de incendio y cisterna
- Detectores de humo
- Sistema de alarmas

Estas medidas de prevención o protección contra incendio permiten la detección y combate de incendios por un tiempo de treinta (30) minutos, utilizando agua como agente extintor, disminuyendo así el riesgo de incendio establecido por el Método de Gretener.

4.3.1 EXTINTORES EN FUNCIÓN DE LA CARGA TÉRMICA EN EL EDIFICIO

El cálculo de la carga térmica, la determinación del tipo de riesgo de incendio (bajo, moderado y alto), de la clase de fuego y del número de extintores por cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se realiza de acuerdo a la norma “NFPA 10 Extintores portátiles contra Incendio” y al “Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios, Capítulo II, Extintores portátiles contra incendio”, expuestos en el Capítulo 1.^{1, 31}

El número de extintores se determina de acuerdo a los siguientes pasos:

- a) Calcular la carga térmica mobiliaria de cada área del edificio, de acuerdo a la ecuación 2.1 del Capítulo 2.
- b) Establecer la clase de fuego y el tipo de riesgo de incendio (ver numeral 2.2 del Capítulo 2), de acuerdo al(los) tipo(s) de material(es) y al área de la planta.
- c) Determinar el número de extintores necesarios en las áreas de las plantas del edificio, de acuerdo a la Tabla 4.34, para el tipo de fuego A y B.

TABLA 4.34

UBICACIÓN DE EXTINTORES

AREA MÁXIMA PROTEGIDA POR EXTINTOR (m²) Y RECORRIDO HASTA EXTINTORES (m)

Riesgo	Bajo		Moderado		Alto	
Clasificación Extintor	Área protegida (m ²)	Recorrido a extintor (m)	Área protegida (m ²)	Recorrido a extintor	Área protegida (m ²)	Recorrido a extintor (m)
2 A	557	16,7	278,7	11,8	-	-
3 A	836	20,4	418	14,46	-	-
4 A	1045	22,7	557	16,7	371,6	13,62
6 A	1045	22,7	836	20,4	557,4	16,7
10 A	1045	22,7	1045	22,7	929	21,56
20 A	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
30 A	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
40 A	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
5 B	162	9,15	-	-	-	-
10 B	452	15,25	162	9,15	-	-
20 B	-	-	452	15,25	162	9,15
40 B	-	-	-	-	452	15,25

FUENTE: Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios, Ecuador, 2009.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los extintores para el tipo de fuego C se instalarán en el lugar donde se encuentre el equipo eléctrico energizado, con base en los riesgos previstos de clase A o B.

En una planta del edificio pueden existir áreas que no necesiten de extintores, de acuerdo a los cálculos y la normativa respectiva, debido a la baja carga térmica y al riesgo de incendio bajo. Estas áreas se considerarán en el cálculo de extintores para áreas acumuladas, sumando su superficie (m²) y su carga térmica (MJ/kg); los extintores se distribuirán en los lugares (pasillos) a los que se pueda tener acceso de manera rápida en caso de producirse un incendio, de acuerdo al área protegida y la distancia de recorrido al extintor presentados en la Tabla 4.34.

Adicionalmente, en el edificio existen áreas que por la ubicación de acceso a estas o por las actividades que se llevan a cabo en ellas se requiere de un extintor individual, según el tipo de riesgo y de fuego que pueda presentarse en ellas.

En la planta baja del edificio, además de los tres pasos (literales desde el “a” hasta el “c”) mencionados anteriormente, es importante considerar la clasificación que se presenta en el Anexo No.7 “Cálculo de extintores en una industria en función de la carga térmica”, debido a las actividades desarrolladas en ésta. Los resultados obtenidos en ambos casos servirán para confirmar la capacidad de los extintores en los dos métodos.

- d) Determinar el número de extintores necesarios en las áreas de las plantas del edificio, de acuerdo al tipo de agente extintor y a la capacidad existentes en el mercado.

Los resultados del cálculo de extintores en función de la carga térmica se presentan en el numeral 5.3.1 del Capítulo 5 y en el Anexo No.18.

4.3.2 BOCA DE INCENDIO Y CISTERNA

Las especificaciones técnicas para la determinación de la boca de incendio y el diseño de la cisterna se toman de la siguiente normativa:

- “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios” Capítulo II, Art. 41 y 179, Ecuador.³¹
- “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”, Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador, Título V, Capítulo III, Art. 156, Ecuador.³³
- “Norma para Sistemas Fijos, Aspersores de Agua para Protección Contra Incendios”, NFPA 15.²

En la cisterna se debe instalar una bomba para la impulsión del agua contra incendio. La potencia de la bomba se calcula con la ecuación 4.14:⁴⁷

$$P = \frac{Q \times H}{75 \times \frac{n(\%)}{100}} \quad (4.14)$$

Donde:

- P: potencia de la bomba (HP)
- Q: capacidad de la bomba (l/s)
- H: altura (m)
- n: eficiencia de la bomba (%)

El caudal de agua contra incendio o la capacidad de la bomba se calculan con los parámetros establecidos por la NFPA 15, para el diseño de hidrantes contra incendio (Tabla 4.35).

TABLA 4.35
PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE HIDRANTES CONTRA INCENDIO

Exposición al incendio	Cantidad de agua de aplicación
Calor radiante	4-8 l / min / m ²
Llama directa incidente	10 l / min / m ²
Llama dardo (jet flame)	1000-2000 l / min (caudal del chorro de manguera)

FUENTE: Norma para Sistemas Fijos, Aspersores de Agua para Protección Contra Incendios (NFPA 15) EEUU, 1982.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De acuerdo a la normativa expuesta en este numeral se deben considerar los siguientes elementos, que conforman la boca contra incendio:

- Boquilla o pitón
- Mangueras de incendio
- Gabinete de incendio

Los resultados para el diseño de la cisterna y determinación de la boca de incendio se presentan en el numeral 5.3.2 del Capítulo 5.

4.3.3 DETECTORES DE HUMO

En el “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios” Capítulo II, Art. 176 y en el “Reglamento de Seguridad y Salud de los

Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”, Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador, Título V, Capítulo II, Art. 154 se mencionan las siguientes especificaciones técnicas para el cálculo del número de detectores de humo y su instalación.^{31, 33}

- a) En los locales de alta concurrencia o peligrosidad se colocarán detectores de humo de la clase y sensibilidad adecuadas para detectar el tipo de incendio, y que no se activen en condiciones que no correspondan a una emergencia real.
- b) En los locales de altura igual o inferior a 6 metros se dispondrá de 1 detector de humo cada 60 metros cuadrados.
- c) En los locales de altura superior a 6 metros e inferior a 12 metros, se dispondrá de 1 detector de humo cada 80 metros cuadrados.
- d) En los pasillos se colocará 1 detector de humo cada 12 metros cuadrados.

Es necesario considerar la carga térmica de todas las áreas, pues influye en el nivel de riesgo de incendio y en el número de detectores de humo a instalarse. En las áreas con un nivel de riesgo de incendio medio y alto se colocará el número de detectores de humo calculados, de acuerdo a las especificaciones anteriores, con un mínimo de 1 detector. En las áreas con un nivel de riesgo de incendio bajo se analizarán las condiciones particulares en cada caso.

Los resultados del cálculo del número de detectores de humo se presentan en el numeral 5.3.3 del Capítulo 5.

4.3.4 SISTEMA DE ALARMAS

En el “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios”, Capítulo II, Art. 50, Art. 176 y en el “Reglamento de Seguridad y Salud de los

Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”, Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador, Título V, Capítulo II, Art. 154 se indica la necesidad de instalar señales audibles en los locales de alta concurrencia o peligrosidad.^{31, 33}

El Código Técnico de la Edificación de España establece un nivel sonoro de las alarmas, mayor a los 65 decibeles y menor a los 125 decibeles.²⁹

De acuerdo al “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios”, Capítulo II, Art. 176, la edificación debe contar con una central de detección y alarma, ubicado en un lugar permanentemente vigilado, que permita la activación manual y automática de los sistemas de alarma.

La determinación del sistema de alarmas se presenta en el numeral 5.3.4 del Capítulo 5.

4.4 SEÑALIZACIÓN

De acuerdo al “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios” Capítulo II, Art. 21 y al “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”, Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador, Título V, Capítulo VI al Capítulo IX y Título VI, Art. 164 se menciona la necesidad de implementar un sistema de señalización.^{31, 33}

El diseño de la señalización a implementarse en el edificio se presenta a continuación, y debe cumplir con los estándares de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439 “Colores, Señales y Símbolos de Seguridad”.¹⁴

- Señalización de advertencia
- Señalización de obligaciones
- Señalización de prohibiciones
- Señalización contra incendio

- Señalización de evacuación
- Señalización de información

Con la ecuación 4.15 se calcula el área de la señal “s” de acuerdo a la distancia mínima de observación “l” a esta. La ecuación es aplicable para distancias de observación mayores a 5 metros y menores a 25 metros.¹⁴

$$s \geq \frac{l^2}{2000} \quad (4.15)$$

Donde:

l: distancia mínima desde la cual la señal debe ser observada (m)

s: área mínima de la señal (m²)

Para distancias “l” menores a 5 metros, el área “s” es 0,0125 m². Para distancias “l” mayores a 25 metros, el área “s” es 0,125 m².

4.4.1 SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA

La señalización de advertencia tiene la forma de un triángulo equilátero. La ecuación 4.16 se utiliza para determinar el área de un triángulo equilátero.

$$A = \frac{\sqrt{3}}{4} \times d^2 \quad (4.16)$$

Donde:

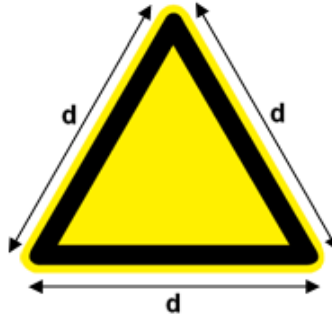
A: área del triángulo equilátero (m²)

d: dimensión del lado del triángulo equilátero (m)

El área mínima de la señalización “s” que se calcula utilizando la ecuación 4.15, se reemplaza por “A” en la ecuación 4.16, y se determina el valor de “d”.

La dimensión “d” corresponde al mínimo valor para el diseño de la señalización de advertencia, de acuerdo a la Figura 4.4.

FIGURA 4.4
DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA



FUENTE: Balladares I., Feijóo S.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los resultados del diseño de la señalización de advertencia se presentan en el numeral 5.4.1 del Capítulo 5.

4.4.2 SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN

La señalización de obligación tiene la forma de un círculo. La ecuación 4.17 se utiliza para determinar el área de un círculo.

$$A = \pi \times r^2 = \pi \times \frac{d^2}{4} \quad (4.17)$$

Donde:

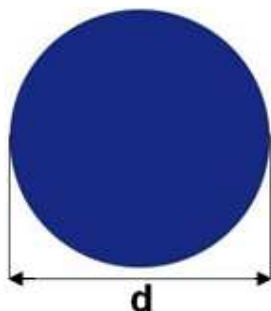
A: área del círculo (m²)

d: dimensión del diámetro del círculo (m)

El área mínima de la señalización “s” que se calcula utilizando la ecuación 4.15, se reemplaza por “A” en la ecuación 4.17, y se determina el valor de “d”.

La dimensión “**d**” corresponde al mínimo valor para el diseño de la señalización de obligación, de acuerdo a la Figura 4.5.

FIGURA 4.5
DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN



FUENTE: Balladares I., Feijóo S.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los resultados del diseño de la señalización de obligación se presentan en el numeral 5.4.2 del Capítulo 5.

4.4.3 SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN

La señalización de prohibición se diseña de acuerdo a la Figura 4.6, aplicando la metodología expuesta en el numeral 4.4.2 “Señalización de obligación”, puesto que la forma de la señalización es la misma.

FIGURA 4.6
DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN



FUENTE: Balladares I., Feijóo S.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los resultados del diseño de la señalización de prohibición se presentan en el numeral 5.4.3 del Capítulo 5.

4.4.4 SEÑALIZACIÓN PARA EMERGENCIA

La señalización para emergencia tiene la forma de un cuadrilátero. Para el presente proyecto se considera la forma de un cuadrado. La ecuación 4.18 se utiliza para determinar el área de un cuadrado.

$$A = d^2 \quad (4.18)$$

Donde:

A: área del cuadrado (m²)

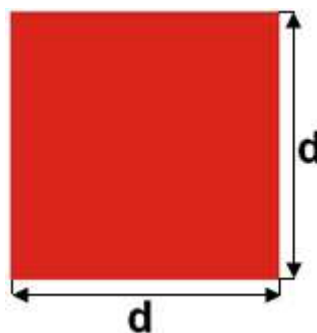
d: dimensión del lado del cuadrado (m)

El área mínima de la señalización “s” que se calcula utilizando la ecuación 4.15, se reemplaza por “A” en la ecuación 4.18, y se determina el valor de “d”.

La dimensión “d” corresponde al mínimo valor para el diseño de la señalización contra incendio, de acuerdo a la Figura 4.7.

FIGURA 4.7

DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN CONTRA INCENDIO



FUENTE: Balladares I., Feijóo S.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los resultados del diseño de la señalización contra incendio se presentan en el numeral 5.4.4 del Capítulo 4.

4.4.5 SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN

La señalización de evacuación se diseña utilizando los criterios expuestos en la norma INTECO de “Seguridad Contra Incendios – Señalización de las Vías de Evacuación”.²³

La distancia mínima de observación “I” se establece para que la señalización de evacuación sea identificada, dadas las condiciones del lugar. En general, la distancia “I” para el caso del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental no sobrepasa los 20 metros dentro del edificio, por lo que es aplicable la norma INTECO.²³

De acuerdo a la distancia “I” se utilizan las dimensiones de la Especificación A.1 o A.2 según corresponda, que se presentan en la Tabla 4.36 para el diseño de la señalización de salida, conforme a la Figura 4.8.

TABLA 4.36

DIMENSIONES PARA EL DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE SALIDA CON TEXTO

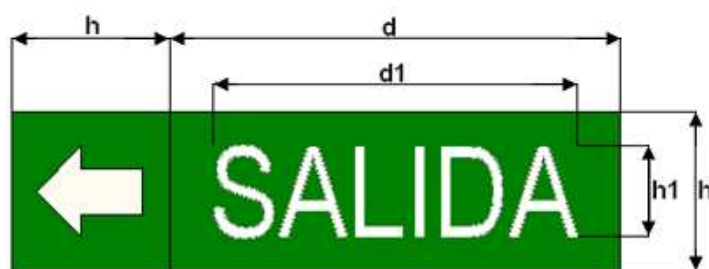
Especificaciones de diseño	Dimensiones					
	Letrero (texto)					Señalización
	l (m)	d (mm)	d1 (mm)	h (mm)	h1 (mm)	h (mm)
Especificación A.1	$l < 10$	297	240	105	60	105
Especificación A.2	$10 < l < 20$	420	340	148	85	148

FUENTE: Norma INTECO de Seguridad Contra Incendios – Señalización de Vías de Evacuación, Costa Rica, 1996.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

FIGURA 4.8

DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE SALIDA CON TEXTO



FUENTE: Norma INTECO de Seguridad Contra Incendios – Señalización de Vías de Evacuación, Costa Rica, 1996.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De acuerdo a la distancia “l” se utilizan las dimensiones de la Especificación B.1 o B.2 según corresponda, que se presentan en la Tabla 4.37 para el diseño de la señalización de rutas de evacuación, conforme a la Figura 4.9

TABLA 4.37

DIMENSIONES PARA EL DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE RUTAS DE EVACUACIÓN

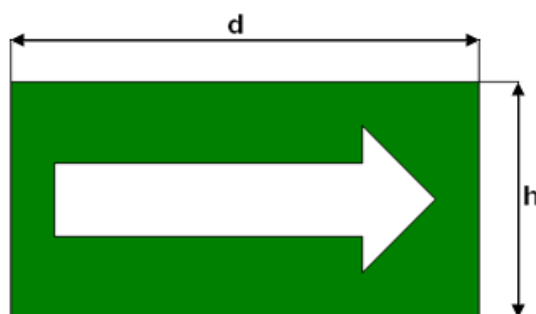
Especificaciones de diseño	Dimensiones para la señalización		
	l (m)	d (mm)	h (mm)
Especificación B.1	$d < 10$	320	160
Especificación B.2	$10 < d < 20$	632	316

FUENTE: Norma INTECO de Seguridad Contra Incendios – Señalización de Vías de Evacuación, Costa Rica, 1996.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

FIGURA 4.9

DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE RUTAS DE EVACUACIÓN



FUENTE: Norma INTECO de Seguridad Contra Incendios – Señalización de Vías de Evacuación, Costa Rica, 1996.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los resultados del diseño de la señalización de evacuación se presentan en el numeral 5.4.5 del Capítulo 5.

4.4.6 SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN

La señalización de información tiene la forma de rectángulo. La ecuación 4.19 se utiliza para determinar el área de un rectángulo.

$$A = b \times h \quad (4.19)$$

Donde:

A: área del rectángulo (m²)

b: base del rectángulo (m)

h: altura del rectángulo (m)

La base del rectángulo “**b**” se considera dos veces su altura “**h**”. Si “**h**” es igual a “**d**”, la ecuación para determinar el área del rectángulo es la siguiente:

$$A = 2d^2 \quad (4.20)$$

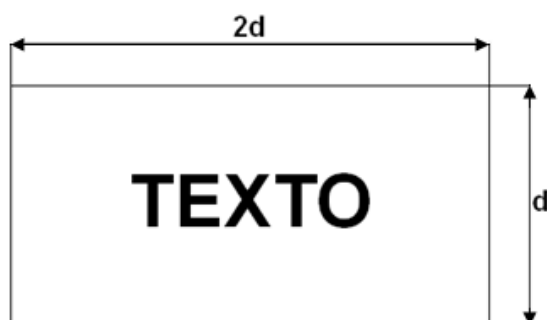
Donde:

A: área del rectángulo (m²)

d: mínimo valor para el diseño de la señalización de información (m)

El área mínima de la señalización “**s**” que se calcula utilizando la ecuación 4.15, se reemplaza en “**A**” en la ecuación 4.20 y se determina el valor de “**d**”.

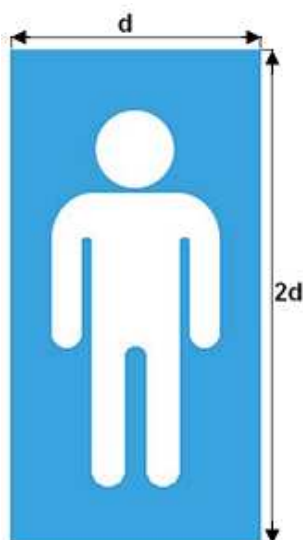
La dimensión “**d**” corresponde al mínimo valor para el diseño de la señalización de información, de acuerdo a la Figura 4.10.

FIGURA 4.10**DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN**

FUENTE: Balladares I., Feijóo S.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Para el caso específico del diseño de la señalización de información para baterías higiénicas, se considera una forma rectangular, de acuerdo a la Figura 4.11.

FIGURA 4.11**DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN PARA BATERÍAS HIGIÉNICAS**

FUENTE: Balladares I., Feijóo S.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los resultados del diseño de la señalización de información se presentan en el numeral 5.4.6 del Capítulo 5.

4.5 MEDIDAS DE EMERGENCIA

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se deben implementar medidas de emergencia como son las lámparas de emergencia para la evacuación del edificio y los botiquines de primeros auxilios.

A continuación se presenta la normativa a partir de la cual se regulan las medidas de emergencia y las especificaciones técnicas para su determinación e instalación.

4.5.1 LÁMPARAS DE EMERGENCIA

La necesidad de que el edificio cuente con lámparas de emergencia se justifica con el “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios” Capítulo II, Art. 26, Art. 181, Art. 200 y el “Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”, Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador, Título II, Capítulo V, Art. 58.^{31, 33}

Además, se utilizan los criterios de la LAU87 “Alumbrado de emergencia”, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.⁵¹

Las lámparas de emergencia tendrán una iluminación mínima de 10 lux y se ubicarán en las zonas de alto riesgo, cumpliendo las siguientes consideraciones:

- a) Disponer lámparas de emergencia en los lugares de trabajo, escaleras, salas de máquinas para ascensores o cuarto de bombas, etc.
- b) En el caso de pasillos, las lámparas de emergencia se dispondrán separadas entre sí, una distancia de 4H (siendo H la distancia entre el suelo y el punto de emplazamiento de las lámparas de emergencia, y comprende valores entre 2 y 2,5 metros).

Los cálculos para la determinación del número de lámparas de emergencia se presentan en el numeral 5.5.1 del Capítulo 5.

4.5.2 BOTIQUINES DE PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo al “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”, Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador, Título II, Capítulo III, Art. 46, todo centro de trabajo debe disponer de un botiquín de primeros auxilios. Si el edificio tiene veinte y cinco (25) o más trabajadores, dispondrá de un local de enfermería.³³

En el numeral 5.5.2 del Capítulo 5 se establecen los botiquines de primeros auxilios necesarios, y su ubicación en el edificio.

4.6 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

La normativa a considerar para este aspecto es el “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”, Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador, Título VI, Art. 175 al Art. 184.³³

En este reglamento se menciona la obligación de utilizar equipo de protección personal (EPP), para proteger al empleado de los riesgos profesionales inherentes al trabajo que desempeña.

En el numeral 5.6 del Capítulo 5 se presenta el equipo de protección personal que se necesita en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, tanto para las tareas específicas como para una evacuación en caso de una emergencia de incendio.

4.7 DESARROLLO DEL PLAN DE EMERGENCIA^{8,19}

La siguiente estructuración del plan de emergencia se basa en la NTP 361 Planes de emergencia en lugares de pública concurrencia, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, y en la Resolución Administrativa No. 036-CG-CBDMQ-2009, del Distrito Metropolitano de Quito-Ecuador, denominado “Formato para la elaboración de planes de emergencia” del 15 de junio del 2009.

A continuación se presentan los principales aspectos a considerar para el desarrollo de los cinco documentos del plan de emergencia, de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 2, numeral 2.6.1.

4.7.1 DOCUMENTO 1: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO

4.7.1.1 Riesgo potencial

Por cada área, dependencia, nivel o planta del edificio se describe lo siguiente:

- a)** Actividades desarrolladas en el edificio y/o servicios con el número de personas que intervienen.
- b)** Tipo, área ocupada y años de construcción.
- c)** Maquinaria, equipos, sistemas eléctricos y de combustión, y demás elementos generadores de posibles incendios, explosiones, fugas, derrames, entre otros.
- d)** Materia prima usada y desechos generados.
- e)** Materiales peligrosos usados.
- f)** Situación de los accesos, anchura de las vías de circulación, accesibilidad de vehículos de bomberos, etc.
- g)** Ubicación de medios exteriores de protección: extintores, hidrantes, etc.
- h)** Características constructivas del edificio, entre ellas: vías de evacuación, sectores de incendio, resistencia al fuego (RF) de elementos estructurales, etc.

- i) Número máximo de personas a evacuar en cada área, con el cálculo de ocupación según los criterios de la normativa planteada en el numeral 4.2 del presente capítulo.

Adicionalmente, se identificarán los factores externos que puedan convertirse en amenaza para el edificio:

- a) Breve descripción de empresas, edificios o industrias, entre otras organizaciones aledañas; se debe visitar los edificios aledaños considerados de interés (Hidráulica, Facultad de Ciencias Administrativas, Centro de Investigación de la Vivienda, Departamento de Ciencias Nucleares y Laboratorio de Aguas y Microbiología), y entrevistar a las personas que laboran en estos.
- b) Los factores naturales aledaños o cercanos considerados para el edificio de acuerdo a su ubicación: riesgo sísmico y volcánico, estancamiento de aguas lluvia, tormentas eléctricas y caída de rayos.

4.7.1.2 Evaluación del riesgo

Para el análisis y evaluación del riesgo del edificio se utilizan los métodos mencionados en los numerales 4.1.1 y 4.1.2 del presente capítulo.

El desarrollo de la metodología y los resultados se presentan en el numeral 5.1 del Capítulo 5.

4.7.1.3 Planos de situación y emplazamiento

Los mapas con la información recopilada y evaluada del riesgo en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se presentan en el Anexo No.19 “Mapas”, de acuerdo a los resultados obtenidos de las metodologías utilizadas.

4.7.2 DOCUMENTO 2: MEDIOS DE PROTECCIÓN

4.7.2.1 Inventario de medios técnicos

Los medios técnicos necesarios y disponibles para prevenir, detectar, proteger y controlar los riesgos se deben describir a detalle, en particular:

- a) Paneles de detección, pulsadores, alarmas u otros (detalle de cantidad, dispositivo, ubicación y características de los mismos).
- b) Sistemas para evacuación de humos.
- c) Extintores (cantidad, agente extintor, ubicación, eficacia, capacidad, etc.).
- d) Escaleras de evacuación y lámparas de emergencia.
- e) Sistemas fijos de extinción (hidrantes y gabinetes contra incendios).
- f) Señalización de todo lo anterior.
- g) Botiquines de primeros auxilios.

4.7.2.2 Inventario de medios humanos

Los equipos o brigadas se deben especificar para prevenir y actuar frente a emergencias, con el correspondiente número de miembros en función de las tareas respectivas, considerando a personas que pertenezcan a cada uno de los departamentos o áreas técnicas que funcionan en el edificio.

4.7.2.2.1 Equipo de Alarma y Evacuación

El E.A.E se compone por un número de personas variable, debido a que los componentes necesarios para las labores de evacuación dependen de las características de la actividad de cada piso y del edificio, como las que se mencionan: ocupación, número de plantas, superficie de las mismas, etc.

Por lo tanto, para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se deben considerar veinte y cuatro (24) personas designadas, tomando en cuenta cada área y departamento que funciona en este, así como también, el apoyo de los guardias de seguridad de la universidad.

4.7.2.2.2 Equipo de Primeros Auxilios

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se debe organizar un solo equipo de primeros auxilios, considerando a una persona por cada planta del edificio.

4.7.2.2.3 Equipo de Primera Intervención

Este equipo se conformará por un número de personas similar al número de unidades extintoras ubicadas en los pasillos. En el presente proyecto se considerarán a los estudiantes de las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería Ambiental, previo a un curso de capacitación en Seguridad Industrial.

Además, es necesario designar a personas que laboran en el edificio en forma permanente, como los conserjes y el personal administrativo.

4.7.2.2.4 Equipo de Segunda Intervención

El equipo de segunda intervención (E.S.I.) se conformará por lo menos con tres personas, de acuerdo a los aspectos mencionados en el numeral 2.6.1.2 del Capítulo 2; este equipo debe considerar personas localizables permanentemente, de todos los pisos del edificio.

4.7.2.2.5 Jefe de Emergencia

El Jefe de Emergencia se considera que debe pertenecer a la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, con las características de líder.

4.7.2.2.6 Jefe de Alarma y Evacuación

Para la coordinación del Equipo de Alarma y Evacuación se designará un Jefe de Alarma y Evacuación, para direccionar las órdenes dadas por el J.E. a su grupo, durante una emergencia.

4.7.2.2.7 Jefe de primeros auxilios

El Equipo de Primeros Auxilios será dirigido por el Jefe de Primeros Auxilios, para orientar y direccionar las acciones a los miembros de su equipo durante una emergencia.

4.7.2.2.8 Jefe de Intervención

El Jefe de Intervención pertenecerá a la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, y cumplirá los requerimientos del numeral 2.6.1.2 del Capítulo 2. Este jefe estará a cargo del Equipo de Primera Intervención y del Equipo de Segunda Intervención.

4.7.2.3 Planos del edificio por plantas

Los planos diseñados para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental consideran los criterios expuestos en el numeral 2.6.1.2 del Capítulo 2.

Los planos elaborados se basan en resultados de la metodología utilizada en el presente proyecto, expuesto en el numeral 4.1.1 y 4.1.2 del presente capítulo.

Los mapas que se deben elaborar se especifican con mayor detalle en el numeral 6.1.2.3 del Capítulo 6.

4.7.3 DOCUMENTO 3: PROTOCOLO DE ALARMA Y COMUNICACIONES PARA EMERGENCIAS

Este documento hace referencia a la elaboración de los esquemas de actuaciones que se deberán seguir en caso de una emergencia y se basan en los criterios expuestos en el numeral 2.6.1.3 del Capítulo 2.

4.7.3.1 Detección de la emergencia

Se describirá la forma de detección de la emergencia (humana o automática) con que cuenta el edificio, para: terremoto, temblores fuertes, incendio, rayos, tormentas eléctricas, amenazas de atentado (bomba), erupción volcánica y/o caída de ceniza, conmoción social, robo, incidente o accidente.

4.7.3.2 Aplicación de la alarma

Las posibles emergencias identificadas para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental (terremoto, temblores fuertes, incendio, rayos, tormentas eléctricas, amenazas de atentado (bomba), erupción volcánica y/o caída de ceniza, conmoción social, robo, incidente o accidente) seguirán un protocolo de operación estructurado por pasos, desde la identificación de la emergencia hasta la reanudación de actividades después de esta.

Dentro del protocolo de operación se considerará la clasificación de la emergencia de acuerdo a la gravedad.

4.7.3.3 Esquemas operacionales para el desarrollo del plan

Es necesario diseñar diagramas de flujo, los cuales contendrán las secuencias de actuación para cada equipo o brigada, de acuerdo a la gravedad de la emergencia (conato de emergencia, emergencia parcial y emergencia general).

4.7.3.4 Coordinación interinstitucional

Se debe elaborar un cuadro de instituciones u organizaciones (públicas o empresas vecinas) lo más cercanas posibles al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

Este cuadro será de ayuda en caso de activación del Plan de Emergencia, el cual incluirá: dirección de la entidad, contactos, persona de enlace.

Además se detallarán los procedimientos de actuación y coordinación con cada una de las instituciones consideradas.

4.7.3.5 Actuación durante la emergencia, actuación especial y de rehabilitación de emergencia

En caso de suscitarse un evento inesperado en el edificio se debe disponer de procedimientos de actuación para cada equipo o brigada del sistema de emergencia y para todo el personal

Estos procedimientos de actuación incluirán las acciones durante y después de la emergencia, hasta lograr una rehabilitación o continuación de las actividades normales.

Además se especificarán las acciones en caso de emergencia para horas de la noche, días festivos, vacaciones, entre otros.

4.7.4 DOCUMENTO 4: EVACUACIÓN

De acuerdo a las decisiones de evacuación del numeral 2.6.1.4 del Capítulo 2 se describirá la intervención de las brigadas o equipos, así como de los medios técnicos requeridos.

La descripción de los procedimientos para las fases de la evacuación considerarán los eventos detectados en la evaluación de riesgos del edificio.

La señalización de evacuación, vías de evacuación y salidas de emergencia, y zona de seguridad para una evacuación exitosa se plantearán de acuerdo a lo desarrollado en el numeral 4.4 del presente capítulo y al Anexo No.19 “Mapas”. (Mapa de señalización de evacuación a implementarse, Mapa de usted está aquí – Vías de evacuación y Mapa de rutas de evacuación hacia la zona de seguridad).

Para cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, la ocupación en el momento de evacuación (P) se calcula utilizando las ecuaciones 4.21, 4.22 y 4.23, en función del número de personas que ocupa el sector de incendio (p):³²

$$P = 1,10p, \text{ cuando } p < 100 \quad (4.21)$$

$$P = 110 + 1,05(p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200 \quad (4.22)$$

$$P = 215 + 1,03(p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500 \quad (4.23)$$

El ancho mínimo y el número de salidas y escaleras de emergencia en el edificio se determinarán en función de lo dispuesto en el Art. 16 y Tabla 1 del “Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios”, considerando además, considerando la ocupación en el momento de la evacuación (P).³¹

Además, para definir el ancho de las gradas y salidas de emergencia en el edificio, en función de las personas a evacuarse desde la planta más alta hasta la más baja en forma acumulada se utilizó la “Norma básica de edificación – Condiciones de protección contra incendio en los edificios” de España (Octubre, 1996). La ecuación a utilizar es la siguiente:³⁰

$$A = \frac{P}{200} \quad (4.24)$$

Donde:

A: ancho de las gradas y las salidas de emergencia

P: personas a evacuar en forma acumulada

4.7.5 DOCUMENTO 5: IMPLANTACIÓN

En este documento se desarrollará un programa del sistema de señalización, un programa de capacitación y mantenimientos, un programa de simulacros y un programa de implantación, así como también, carteles informativos, utilizando los criterios y la normativa aplicable a las actividades desarrolladas en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

Dentro de cada programa se establecerán las personas responsables que participarán activamente, y la organización de acciones para el mantenimiento de cada uno.

Además se describirán los pasos a seguir para la investigación de siniestros, y se presentarán las recomendaciones para los visitantes del edificio.

La legalización del plan de emergencia es responsabilidad del comité de seguridad del edificio, ya que constituye un trámite administrativo una vez definida la estructura y contenido de este.

CAPÍTULO 5

CÁLCULOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 DESARROLLO DE LAS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO

En el presente capítulo se desarrolla la metodología expuesta en el Capítulo 4, considerando los criterios de la normativa vigente, diseños y demás aspectos de interés, con la finalidad de determinar o establecer parámetros que permitan evaluar el riesgo.

Además se determinarán las medidas de prevención contra incendios y de emergencia, el equipo de protección personal (EPP) a ser utilizado por el personal y alumnos y la capacidad de ocupación de usuarios del edificio.

Adicionalmente, de acuerdo a la normativa se presentan los criterios para el diseño de la señalización de advertencia, de obligación, de prohibición, contra incendio, de evacuación y de información en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

5.1.1 MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES Y LABORALES

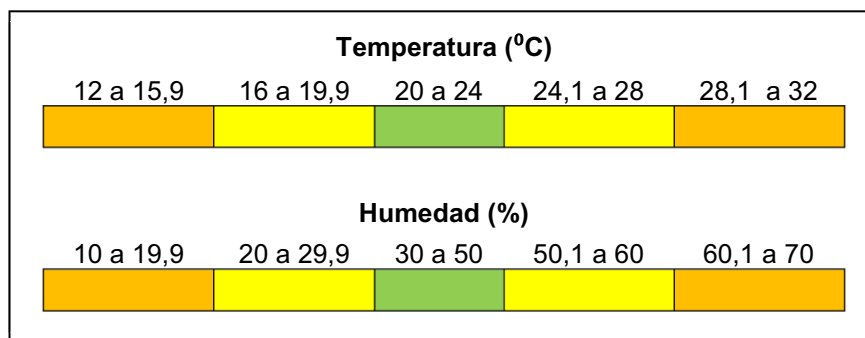
5.1.1.1 Temperatura y humedad relativa

En la Tabla 5.1 se presentan los valores de las mediciones de temperatura y humedad relativa, tomadas en la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, durante los días 15, 16 y 17 de agosto del año 2011, como ejemplo de medición; cabe resaltar que el 15 de agosto se pudo medir la temperatura y humedad relativa en las horas de la noche, adicionalmente a las del día.

En la Figura 5.1 se indica el rango de valores considerado para el análisis de las mediciones, tomando como base la temperatura y humedad relativa normalizadas, expuestas en la norma NTP 289.

FIGURA 5.1

RANGOS DE VALORES DE TEMPERATURA (°C) Y HUMEDAD RELATIVA (%)



FUENTE: Norma NTP 289, España, 1991.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 5.1
MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA – PLANTA BAJA

Planta del edificio	Puntos de medición (15 de agosto del año 2011)	HORAS DÍA												HORAS NOCHE	
		7 a 9 a.m.		9 a 11 a.m.		11 a 13 p.m.		13 a 15 p.m.		15 a 17 p.m.		19 a 21 p.m.		t (°C)	h (%)
		t (°C)	h (%)	t (°C)	h (%)	t (°C)	h (%)	t (°C)	h (%)	t (°C)	h (%)	t (°C)	h (%)		
INGRESO AL EDIFICIO*	Ingreso al edificio	17,5	43	27,4	30	21,4	36	26,2	28	21,4	40	15,5	59		
	Pasillo principal	18,2	42	22,6	35	22,5	34	22,5	34	20,4	38	16,2	57		
	Laboratorio de Ensayo de Materiales	17,5	43	23,1	31	22,1	34	25,0	30	20,6	38	16,5	57		
PLANTA BAJA	Laboratorio de Hormigón	17,7	42	22,0	33	21,8	34	23,2	32	20,4	38	16,8	54		
	Puntos de medición (16 de agosto del año 2011)	HORAS DÍA												HORAS NOCHE	
	Ingreso al edificio	17,9	43	28,6	30	21,8	35	25,2	30	22,1	39	-	-		
INGRESO AL EDIFICIO*	Pasillo principal	18,2	42	22,6	35	22,5	34	22,5	34	20,4	38	-	-		
	Laboratorio de Ensayo de materiales	18,0	42	22,8	34	22,1	34	23,0	32	20,6	38	-	-		
	Laboratorio de Hormigón	18,0	42	21,1	38	22,1	34	23,2	31	21,5	40	-	-		
PLANTA BAJA	Puntos de medición (17 de agosto del año 2011)	HORAS DÍA												HORAS NOCHE	
	Ingreso al edificio	16,3	39	26,2	31	21,5	35	23,2	31	21,6	40	-	-		
	Pasillo principal	18,0	41	22,4	34	22,5	34	22,5	34	20,0	37	-	-		
INGRESO AL EDIFICIO*	Laboratorio de Ensayo de materiales	16,7	41	24,0	34	21,9	34	22,5	34	20,6	38	-	-		
	Laboratorio de Hormigón	16,5	40	22,0	34	22,6	32	23,4	31	20,4	38	-	-		

*: medida de referencia de la temperatura y humedad relativa fuera del edificio.

t: temperatura (°C)

h: humedad relativa (%)

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 15-08-2011, 16-08-2011, 17-08-2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De la Tabla 5.1 se concluye que en el horario de 7 a.m. a 9 a.m., el pasillo principal, el Laboratorio de Ensayo de Materiales y el Laboratorio de Hormigón no cumplen con el rango de temperatura de la normativa (20 °C a 24 °C), lo mismo ocurre para la noche de 7 p.m. a 9 p.m. (único día de medición de los parámetros durante la noche, el 15 de agosto del año 2011) en las mismas áreas de la planta baja. En cuanto a la humedad relativa recomendada por la normativa (30% a 50%) se incumple solo durante las mediciones de día 15 de agosto en el horario de 7 p.m. a 9 a.m.

Las mediciones de humedad relativa para el pasillo principal, el Laboratorio de Ensayo de Materiales y el Laboratorio de Hormigón no cumplen con el valor dado por la norma en el horario de 7p.m. a 9 p.m.

En el Anexo No.8 “Mediciones de temperatura y humedad relativa” se presentan los valores de temperatura y humedad relativa medidos para el resto de plantas del edificio.

Además, se aprecia que en el día más frío (como el día 17 de agosto del año 2011), donde la temperatura al ingreso del edificio rodea los 16°C, la normativa en cuanto a temperatura no se cumple incluso para los horarios de 9 a.m. a 1 p.m. en algunos casos.

La mayoría de las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental presentan valores de temperatura, fuera de los recomendados por la normativa para el horario de 7 a.m. a 9 a.m.

Los valores de humedad relativa medidos en el edificio cumplen con la normativa (30% a 50%), con excepción de pocos puntos medidos en la planta baja, el mezzanine (pasillo principal y Oficina M15) y el primer piso (pasillo principal y Oficinas Administrativas del Departamento de Física).

5.1.1.2 Ruido

En el Anexo No.9 “Mediciones de nivel sonoro” se presentan las tablas con las mediciones en los siguientes puntos de la planta baja del edificio:

- **Punto 1:** Laboratorio Ensayo de Materiales, junto al panel de operación de la máquina universal (generador hidromecánico y equipos apagados).
- **Punto 2:** Exterior del edificio a 2 m. de distancia del cuarto del generador hidromecánico (generador hidromecánico y equipos apagados).
- **Punto 3:** Laboratorio Ensayo de Materiales, junto al panel de operación de la máquina universal, puerta cerrada (generador hidromecánico y equipos encendidos).
- **Punto 4:** Laboratorio Ensayo de Materiales, junto al panel de operación de la Máquina Universal, puerta abierta (generador hidromecánico y equipos encendidos).
- **Punto 5:** Dentro del cuarto del generador hidromecánico (generador hidromecánico y equipo encendidos).
- **Punto 6:** En el exterior del edificio a 2 m. de distancia del cuarto del generador hidromecánico (generador hidromecánico y equipos encendidos).
- **Punto 7:** Interior del cuarto de la cortadora de rocas (equipo encendido).

Como ejemplo de evaluación del ruido en la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, se considera el Punto 1, mencionado anteriormente.

Los resultados de las mediciones de ruido en dB_A para el Punto 1 se exponen en las Tablas 5.2 y 5.3.

TABLA 5.2
VALORES DEL NIVEL SONORO

Nivel sonoro	
Eq. dB _A	dB _A a una frecuencia de 1 KHz
53,1	45,6
63,8	59,4
51,2	44,2
53,7	48,0
61,7	57,2
59,6	55,0

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 26-08-2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 5.3
VALORES DEL NIVEL SONORO A DISTINTAS BANDAS

Bandas de Octava	
Banda	dB _A
16,0	8,7
31,5	25,4
63,0	36,9
125,0	40,7
250,0	47,8
500,0	53,9
1000,0	55,0
2000,0	52,6
4000,0	48,8
8000,0	39,9
16000,0	35,5

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 26-08-2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Con las mediciones tomadas de la Tabla 5.3 se utiliza la ecuación 4.1 para obtener el nivel sonoro equivalente en dB_A para el Punto 1, reemplazando los siguientes valores:

i: 1

n: 9

dB_n : cada medición de nivel sonoro tomada por octava de banda (Tabla 5.3)

Así se obtiene lo siguiente:

$$\text{Leq dB} = 10 \times \log \left(10^{\frac{25,4}{10}} + 10^{\frac{36,9}{10}} + 10^{\frac{40,7}{10}} + 10^{\frac{47,8}{10}} + 10^{\frac{53,9}{10}} + 10^{\frac{55,0}{10}} + 10^{\frac{52,6}{10}} + 10^{\frac{48,8}{10}} + 10^{\frac{39,9}{10}} \right)$$

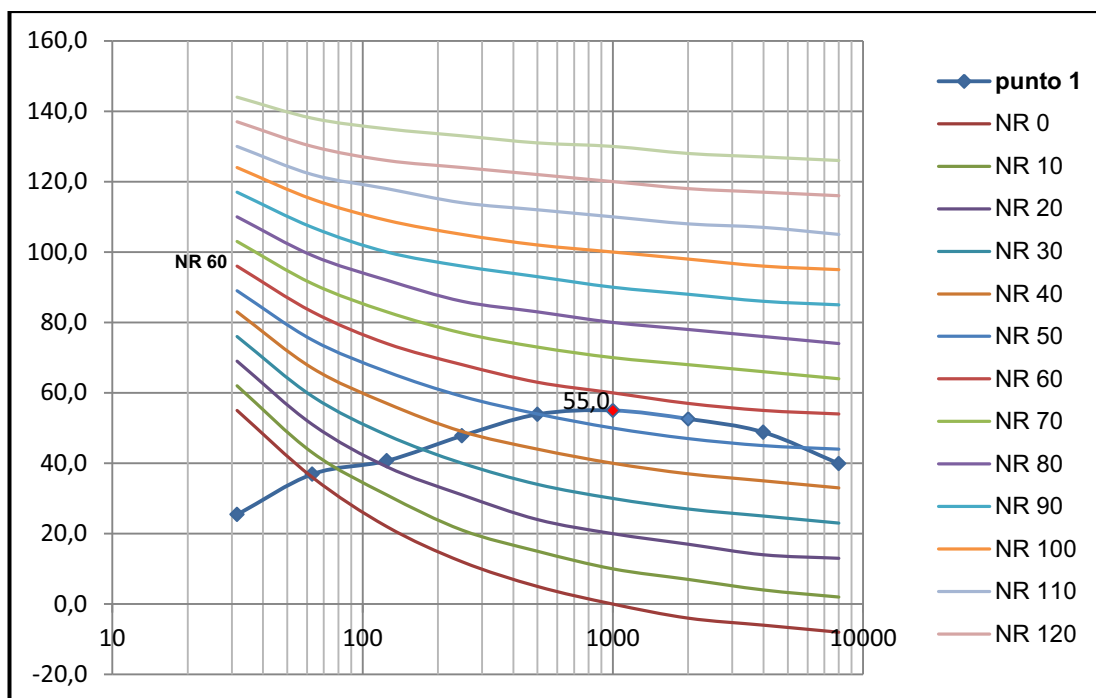
$$\text{Leq dB} = 59,60$$

El nivel sonoro equivalente en dB_A para el Punto 1 medido en el Laboratorio Ensayo de Materiales, junto al panel de operación de la máquina universal (generador hidromecánico y equipo apagados), tiene un valor de 59,60 dB_A , cumpliendo con el límite permisible establecido por el Departamento de Riesgos del Trabajo del IESS (Ver Tabla 4.2).

En el Gráfico 5.1 se expone el diagrama de curvas NR (Noise Rating) de evaluación de ruido, incluidos los valores de ruido del Punto 1, en función de las octavas de banda.

GRÁFICO 5.1

DIAGRAMA DE CURVAS NR (NOISE RATING) DE EVALUACIÓN DE RUIDO, INCLUIDOS LOS VALORES DE RUIDO DEL PUNTO 1, EN FUNCIÓN DE LAS OCTAVAS DE BANDA



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 26-08-2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Según el Gráfico 5.1, la curva NR para el Punto 1 corresponde a la NR 60, la cual se compara con la Tabla 4.3 del Capítulo 4, concluyendo que cumple con los límites máximos permisibles del IESS y con los valores recomendados para el índice NR de las normas ISO R-1996 y UNE 74-022.

En el Anexo No.9 “Mediciones de nivel sonoro” se presentan las mediciones de nivel sonoro para los demás puntos de medición en la planta baja del edificio.

En la Tabla 5.4 se exponen los resultados de nivel sonoro obtenidos tanto con la ecuación 4.1 del Capítulo 4, como con las curvas de valoración del Noise Rating, comparados con la normativa del TULSMA (Libro VI, Anexo 5), IESS e ISO R-1996 y UNE 74-022, de todos los puntos medidos en la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

TABLA 5.4
MEDICIÓN DEL NIVEL SONORO

Identificación	Condición	NPS eq [dB(A)] de 06h00 a 20h00	NPS eq [dB(A)] Norma TULSMA Libro VI Anexo 5-Zona Residencial mixta		IESS (trabajadores expuestos)				ISO R-1996 y UNE 74-022 (Noise Rating)	
			de 06h00 a 20h00	Cumplimiento	Límite permisible (dB _A)	Tiempo de exposición (h/d)	Cumplimiento	NR del punto medido	Cumplimiento	
Punto 1: A lado del panel de operación de la máquina universal	Generador hidromecánico y equipo apagados	59,6	55	n/a	85	8	SI	60	SI	
Punto 2: En el exterior del edificio a 2m de distancia del cuarto del generador hidromecánico	Generador hidromecánico y equipo apagados	58,1	55	NO	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
Punto 3: A lado del panel de operación de la máquina universal	Puerta cerrada - Generador hidromecánico y equipos encendidos - 4h de exposición	72,1	55	n/a	90	4	SI	80	NO	
Punto 4: A lado del panel de operación de la máquina universal	Puerta abierta - Generador hidromecánico y equipos encendidos - 4h de exposición	83,6	55	n/a	90	4	SI	80	NO	
Punto 5: Dentro del cuarto del generador hidromecánico	Generador hidromecánico y equipos encendidos	101,4	55	n/a	90	4	NO	100	NO	
Punto 6: En el exterior del edificio a 2m de distancia del cuarto del generador hidromecánico	Generador hidromecánico y equipos encendidos	80,7	55	NO	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
Punto 7: Interior del cuarto de la cortadora de rocas	Equipo encendido - 0.5h horas de exposición, 3 veces/día	103,6	55	n/a	97,5	1,5	NO	110	NO	

h/d: horas/día

n/a: no aplica

NPS eq [dB(A)]: nivel de presión sonora en decibeles

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 08-2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

5.1.1.3 Iluminación

Para la medición de iluminación se consideraron ciertos aspectos: horario diurno, persianas abiertas, lámparas encendidas, compartimentos específicos que generalizan las actividades del personal en el edificio, condiciones de medición de la Figura 4.1 (Capítulo 4).

De acuerdo a los niveles de iluminación presentados en la Tabla 4.4 del Capítulo 4 se elaboró la Tabla 5.5 en donde se muestran las actividades que se desarrollan en el edificio, con sus respectivos rangos de iluminación tanto para el cumplimiento de la normativa como para su incumplimiento (crítico y moderado).

TABLA 5.5

RANGOS DE VALORES DE ILUMINACIÓN DE ACUERDO A LA NORMATIVA

Actividad	Rangos de Iluminación (lux)		
	Incumplimiento crítico	Incumplimiento moderado	Cumplimiento
A: aula, centro de cómputo, sala de reuniones, asociación, oficina, secretaría, recepción, copiadora, cafetería	0 – 149	150 – 299	≥ 300
B: laboratorio (Ing. Ambiental, Ing. Civil, Física)	0 – 99	100 - 199	≥ 200
C: pasillo	0 – 9	10 – 19	≥ 20
D: servicio Higiénico, Bodega	0 – 24	25 – 49	≥ 50

FUENTE: Ministerio de Trabajo y Empleo, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Ecuador, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Como ejemplo, en la Tabla 5.6 se presentan los valores de las mediciones de iluminación, tomadas en la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. En el Anexo No.10 “Mediciones de iluminación” se presentan las mediciones de iluminación para el resto de áreas de los pisos del edificio.

TABLA 5.6
MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN – PLANTA BAJA

Áreas	Condición para la medición	Iluminación (lux)				U**	Altura	Norma	
		Máxima	Mínima	Peak	Promedio			Iluminación (lux)	Actividad*
Oficina	condición desfavorable	144,00	110,00	147,00	127,00	0,76	2,15	300	A
	condición favorable	307,00	217,00	319,00	262,00	0,71	2,15	300	A
Cafetería	condición favorable	876,00	824,00	881,00	850,00	0,94	2,05	300	A
	condición desfavorable	271,00	181,00	282,00	226,00	0,67	2,25	200	B
Laboratorio de Hormigón	condición favorable	696,00	406,00	731,00	551,00	0,58	2,25	200	B
	condición desfavorable	142,00	126,00	145,00	134,00	0,89	2,25	200	B
Mecánica de Suelos	condición favorable	293,00	278,00	294,00	285,50	0,95	2,25	200	B
	sección 1 (junto al cuarto del densímetro nuclear)	469,00	396,00	476,00	432,50	0,84	2,50	200	B
Laboratorio Ensayo de Materiales	sección 2 (a continuación de la sección 1)	563,00	523,00	594,00	543,00	0,93	2,50	200	B
	sección 3 (a continuación de la sección 2)	680,00	613,00	715,00	646,50	0,90	2,50	200	B
	sección 4 (máquina universal)	387,00	320,00	390,00	353,50	0,83	2,50	200	B
	sección 4 (cilindro, presión hidrostática en tuberías)	357,00	345,00	357,00	351,00	0,97	2,50	200	B
Taller - Bodega	cortadora de rocas	73,10	51,60	66,00	62,35	0,71	1,50	200	B
	Calentador de Capping	202,00	164,00	202,00	183,00	0,81	2,25	200	B
Cuarto del Densímetro Nuclear	condición favorable	334,00	318,00	338,00	326,00	0,95	1,20	200	B
	condición favorable	325,00	289,00	326,00	307,00	0,89	2,10	200	B
Pasillo	condición desfavorable	44,80	42,00	48,00	43,40	0,94	1,20	20	C
	condición favorable	524,00	483,00	609,00	503,50	0,92	1,20	20	C
Bodega 1	condición favorable	102,00	89,00	103,00	95,50	0,87	2,00	50	D
	condición favorable	94,00	67,00	96,00	80,50	0,71	2,00	50	D

U: Índice de uniformidad

* : A: aula, centro de cómputo, sala de reuniones, asociación, oficina, secretaria, recepción, copiadora, cafetería.

B: laboratorio (Ing. Ambiental, Ing. Civil, Física).

C: pasillo.

D: Batería Higiénica, Bodega.

** : los valores resaltados con color rojo incumplen la condición del índice de uniformidad, pues su valor es menor a 0,7

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 12-2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Analizando la Tabla 5.6 se deduce que para la planta baja del edificio, la Oficina, el Laboratorio de Mecánica de Suelos, el cuarto de la Cortadora de rocas y del Calentador Capping no cumplen con la normativa de iluminación. Además, el Laboratorio de Hormigón no cumple con el índice de uniformidad.

En la Tabla 5.7 se presentan las áreas de todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental que incumplen la normativa de iluminación.

TABLA 5.7
ÁREAS CON DEFICIENTE ILUMINACIÓN

Planta del Edificio	Área de incumplimiento
Planta Baja	Oficina, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Cuarto Cortadora de Rocas, Cuarto del Calentador Capping
Mezzanine	Aula M17-M18 (M12), Oficina M15-M16 (M13, M14, M19, M20)
Primer Piso	Administración Departamento de Física, Laboratorio de Espectroscopia - Rayos X, Laboratorio de Espectroscopia - Rayos Láser, Laboratorio de Biofísica, Pasillo
Segundo Piso	Secretaría Decanato
Tercer Piso	Centro de Copiado, Aula 307 (301, 305A, 305B, 306, 311, 312), Centro de Cómputo, Biblioteca Jorge Moncayo, Pasillo.
Cuarto Piso	Oficina Laboratorio de Física
Sexto Piso	Cafetería Ala este, Oficina C, Departamento de Administración, Sala de reuniones, Sala de sismógrafos, Recepción, Departamento de Sistemas,

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 12-2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

5.1.1.4 Radiación ionizante

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se identificaron varias fuentes de radiación: un densímetro nuclear (Cs-137 Am241-Be) en la planta baja; un difractor de rayos X y un contenedor de Radio-Berilio en el primer piso; un generador de rayos X, una fuente de Uranio US2-2 sellada, una fuente de estroncio 90 sellada y un equipo para fotografía de cuerpos densos (rayos X) en el cuarto piso.

Después de medir la dosis de radiación de cada fuente se calculó la respectiva dosis de exposición anual de radiación y se las comparó con la normativa vigente.

Como ejemplo de cálculo, a continuación se determina la dosis de exposición anual de radiación del densímetro nuclear (Cs-137 Am241-Be).

El Cesio-137 es un isótopo radiactivo del cesio que emite dos radiaciones beta (β), uno con energía de 0.512 MeV y otro de 1.174 MeV. El Cesio-137 tiene un período de semidesintegración de 30,23 años, produciendo Bario-137m (metaestable) con una energía de 0,662 MeV, cuya vida media es de 2,55 minutos que al emitir radiación gamma se convierte en Bario-137 estable.⁵²

El densímetro nuclear pertenece a la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, y está ubicado en un cuarto con acceso restringido, en el ala oeste de la planta baja. El equipo es manipulado por personal autorizado, con un tiempo de exposición del personal de dos horas por semana.

Los valores de la dosis de radiación medidos se encuentran en el Anexo No.11 "Mediciones de dosis de radiación". El valor máximo, medio y mínimo de dosis de radiación medidos son 95,00 $\mu\text{Sv/h}$, 47,59 $\mu\text{Sv/h}$ y 0,17 $\mu\text{Sv/h}$, respectivamente.

Con el valor máximo de la dosis de radiación se calculó la dosis de exposición de radiación máxima anual para los operarios; las unidades de (μSv)/hora se transformaron a mSv/año.

Dosis de exposición de radiación máxima anual operarios

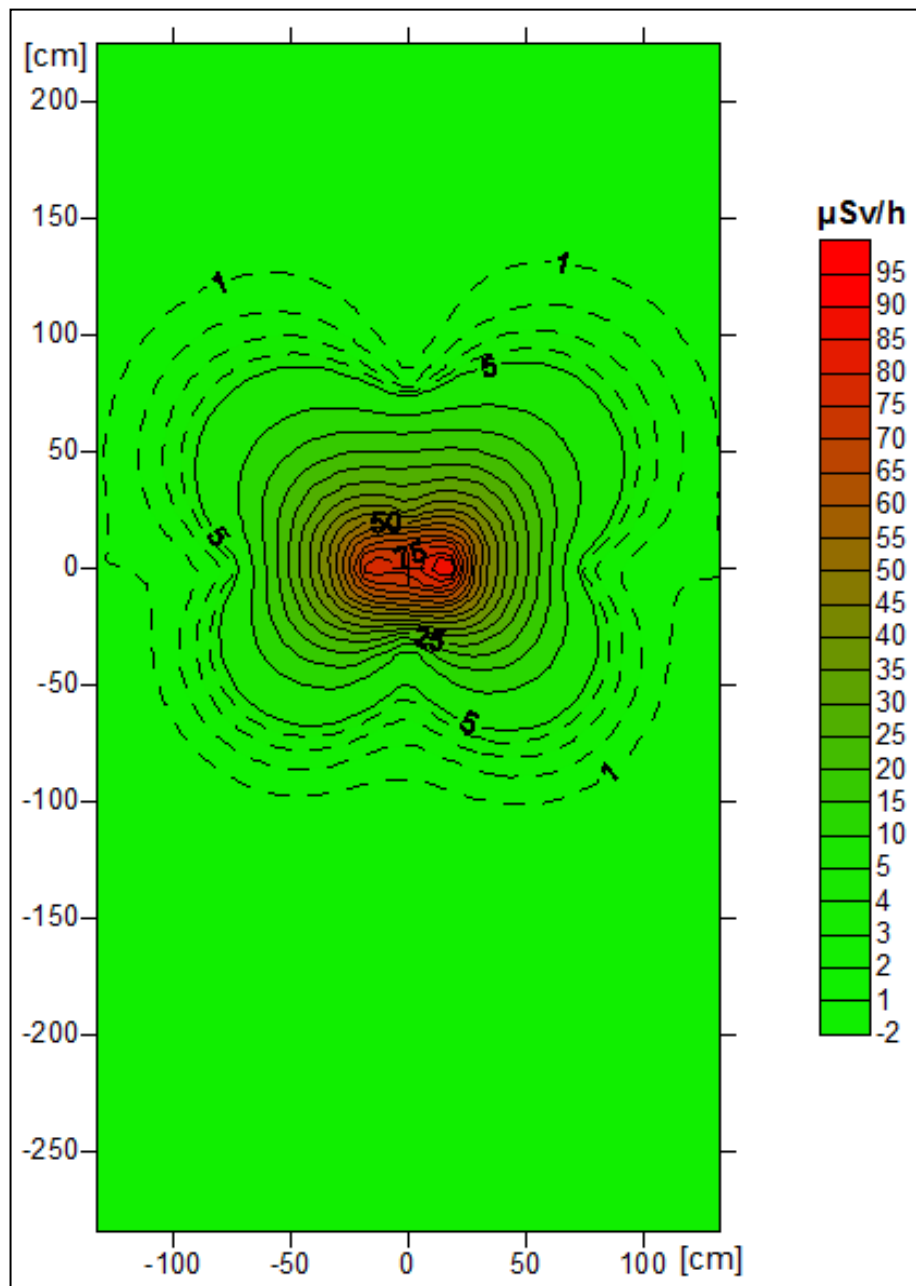
$$\begin{aligned}
 &= 95,00 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{hora}} \times \frac{2 \text{ horas}}{1 \text{ semana}} \times \frac{16 \text{ semanas}}{1 \text{ semestre}} \times \frac{2 \text{ semestres}}{1 \text{ año}} = 6080,00 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{año}} \\
 &= 6,08 \frac{\text{mSv}}{\text{año}}
 \end{aligned}$$

Los operarios del densímetro nuclear están expuestos a una dosis de exposición de radiación máxima anual de 6,08 mSv/año.

En la Figura 5.2 se muestran las curvas de iso-dosis para el densímetro nuclear a nivel del suelo, que corresponde al análisis de los valores respectivos presentados en el Anexo No.11 "Mediciones de dosis radiación".

FIGURA 5.2

CURVAS ISO-DOSIS (DENSÍMETRO NUCLEAR A NIVEL DEL SUELO)



FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 12-2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En la Tabla 5.8 se presentan los resultados de la dosis de exposición de radiación máxima anual para todas las fuentes localizadas en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, comparados con el Reglamento de Seguridad Radiológica del IESS, que establece un límite de dosis de exposición promedio permisible de 20 mSv/año.

TABLA 5.8

DOSIS DE EXPOSICIÓN ANUAL DE RADIACIÓN

Fuente de Radiación	Responsable	Personal expuesto	Dosis de exposición de radiación máxima anual (mSv/año)	Cumplimiento*
Densímetro nuclear (Cs-137 Am241-Be)	Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental	Operadores	6,080	SI
Contenedor de Radio-Berilio	Departamento de Física	Ayudantes de laboratorio	9,830	SI
		Alumnos	0,490	SI
Difractómetro de rayos X	Departamento de Física	Ayudantes de laboratorio	0,220	SI
Generador de rayos X	Departamento de Física	Ayudantes de laboratorio	0,002	SI
Muestra de Uranio US-2 sellada	Departamento de Física	Ayudantes de laboratorio	1,600	SI
		Alumnos	0,320	SI
Muestra de Estroncio 90 sellada	Departamento de Física	Ayudantes de laboratorio	1,440	SI
		Alumnos	0,292	SI
Equipo para fotografía de cuerpos densos (rayos X)	Departamento de Física	Ayudantes de laboratorio	0,320	SI

*: Cumplimiento con el Reglamento de Seguridad Radiológica, IESS, 1979 (límite permisible 20 mSv/año).

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 12-2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Se establece que todas las fuentes de radiación cumplen con la normativa, es decir, no existe riesgo para el personal. Las mediciones para las demás fuentes de radiación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se exponen en el Anexo No.11 "Mediciones de dosis radiación".

5.1.2 MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT)

5.1.2.1 Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental

La estimación y valoración de los riesgos para cada una de las plantas del Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se realizó de acuerdo a la Tabla 4.5 “Matriz de Niveles de Riesgo” del Capítulo 4.

En la Tabla 5.9 se presenta el desarrollo de la Matriz General de Riesgos del INSHT para la planta baja del Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. En el Anexo No.12 “Matriz General de Riesgos del INSHT – Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental” se presenta el desarrollo de esta matriz para las demás plantas del edificio.

TABLA 5.9
MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT - PLANTA BAJA

Identificación		Estimación			Valoración			Medida Correctiva	
Evidencias de riesgo	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb	Riesgo	Fuente	Medio Ambiente	Personal Expuesto	
1) Desnivel junto a la maquina universal (pequeña, mediana y grande). 2) Gradas sin franja antideslizante.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Caidas de personas a distinto nivel	D	B	TO	1) Colocar barandillas de protección y señalizar. 2) Colocar franjas antideslizantes en las gradas.	Ninguna	Respetar la señalización y capacitar al personal.	
1) Piso mojado, durante la limpieza (Cafetería). 2) Aceite en el piso, cerca del desnivel de la maquina universal (pequeña, mediana y grande), materiales y agregados en el piso.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Caidas de personas al mismo nivel	D	M	MO	1) Señalización respectiva cuando el piso esté mojado (Cafetería). 2) Mantener los recipientes de aceite y combustibles tapados y en buen estado. Se recomienda almacenarlos en un lugar con piso impermeabilizado y canaletas para cualquier caso de derrame. Señalizar el lugar de almacenamiento.	Ninguna	2) Capacitar al personal sobre manipulación y almacenamiento de aceites y combustibles.	
Apilamiento de materiales en áreas inadecuadas.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Caida de objetos por desplome o derrumbe	D	B	TO	Almacenar en áreas apropiadas, madera, chatarra metálica y otros materiales para evitar la caída de objetos por desplomes y derrumbes.	Ninguna	Uso de botas punta de acero, guantes y mascarilla para el transporte de madera, chatarra metálica y otros materiales.	
Caida de materiales por la manipulación de estos en las prácticas de laboratorio.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Caida de objetos por manipulación	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Uso de botas punta de acero, guantes y mascarilla.	

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.9
MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT - PLANTA BAJA

Evidencia de riesgo	Identificación		Estimación		Valoración	Fuente	Medida Correctiva	
	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb			Medio Ambiente	Personal Expuesto
Materiales (herramientas, chatarra metálica) y agregados en el piso.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Tropiezo	LD	M	TO	Colocar los materiales y agregados en un lugar apropiado, que no obstaculice los pasillos ni áreas de trabajo.	Ninguna	Ninguna
Posibilidad de chocar con las puertas de vidrio.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Choque contra objetos fijos	LD	M	TO	Colocar una banda adherente de señalización en la puerta de vidrio.	Ninguna	Ninguna
Carretilla y carrito manual para carga.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Choque contra objetos móviles	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Capacitar sobre el manejo de carrito manual para carga.
Golpes en el uso de maquinaria y equipos. Cortes en las actividades que se realizan en la cafetería.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Golpes/cortes	LD	M	TO	Señalar los riesgos que existen y especificar el EPP a utilizar de acuerdo al lugar de trabajo.	Ninguna	Utilización de EPP adecuado de acuerdo a cada práctica o maquinaria a utilizar.
Riesgo durante la salida del vehículo estacionado al interior de la planta baja.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Atropellamiento	LD	B	RT	Señalización luminosa titilante en el exterior de la puerta de salida del vehículo.	Ninguna	Ninguna
1) Quemaduras en los hornos de los laboratorios. 2) Cocina de la cafetería.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Contactos térmicos	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	* Capacitar al personal sobre el uso de manuales de equipos y procedimientos. * Utilización de EPP (guantes asbestos).

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.9
MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT - PLANTA BAJA

Evidencia de riesgo	Identificación		Estimación		Valoración Riesgo	Fuente	Medida Correctiva	
	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb			Medio Ambiente	Personal Expuesto
Pérdida de bienes.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Secuestros, asaltos y robos	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Comunicar inmediatamente después del suceso al personal de seguridad del edificio.
Flujo de personas alto en la entrada principal al edificio en cambios de horarios de clases. Capacidad de ocupación de la planta cumple con la normativa vigente.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Inadecuada circulación de personas	LD	M	TO	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Lesiones al personal y posibles daños a los equipos.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Falta de conocimiento o de capacidad en Seguridad Industrial para desarrollar el trabajo que se tiene encomendado	D	M	MO	Ninguna	Ninguna	Capacitar al personal en Seguridad Industrial.
Falta de utilización de equipo de protección personal.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Falta de reflexión y autocuidado	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Capacitar al personal sobre sus tareas específicas en trabajos de riesgos y utilización de equipos.
Falta de conocimiento de procedimientos.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Falta de normas en el trabajo o normas inadecuadas	D	M	MO	Elaborar y respetar los procedimientos de trabajo.	Ninguna	Capacitar al personal sobre los procedimientos de trabajo.
Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Hábitos de trabajo incorrectos	D	M	MO	Aplicar los criterios de las 5` s.	Ninguna	Ninguna

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.9
 MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT - PLANTA BAJA

Evidencia de riesgo	Identificación		Estimación		Valoración Riesgo	Fuente	Medida Correctiva	
	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb			Medio Ambiente	Personal Expuesto
Señalización no actualizada y en lugares poco visibles.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Falta de señalización	D	M	MO	Señalizar las áreas de la planta utilizando la normativa vigente.	Ninguna	Capacitar al personal sobre la señalización en áreas de trabajo.
Recipientes sin tapa que contenía aceite lubricante.	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Derrame	LD	M	TO	Almacenamiento adecuado.	Ninguna	Ninguna
Uso del Calentador Capping con azufre.	Riesgos ambientales	Contaminantes ambientales	D	M	MO	Implementar un extractor de gases.	Ninguna	Uso de EPP (gafas, mascarilla) durante la ejecución de la práctica.
A pesar de tener una altura de planta bastante grande, es importante considerar que el manejo de ciertos materiales hace que exista polvo.	Riesgos ambientales	Ventilación	LD	M	TO	Mantener abiertas las ventoleras o construir las en los lugares donde aun no existen y se evidencia la necesidad de mayor ventilación.	Ninguna	Ninguna
En cuanto a residuos líquidos cabe mencionar que el aceite lubricante usado se descarga directamente por la alcantarilla.	Riesgos ambientales	Residuos	D	A	IN	Almacenamiento adecuado del aceite usado, y una correcta limpieza del sitio. Mantener registros de la entrega y disposición final de este residuo. Señalizar el no consumo de alimentos en los laboratorios y colocar basureros identificados.	Se recomienda realizar el almacenamiento del aceite lubricante usado en recipientes tapados, para su disposición con gestores autorizados por brindar este servicio.	Capacitar a las personas que trabajan con este tipo de residuo sobre su disposición y manejo adecuado.

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.9
MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT - PLANTA BAJA

Evidencia de riesgo	Identificación		Valoración		Medida Correctiva		Personal Expuesto
	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	Estimación	Riesgo	Fuente	Medio Ambiente	
De acuerdo a las mediciones tomadas en planta baja se determinaron valores fuera del nivel permisible de la norma, cuando se encuentra en funcionamiento el generador hidromecánico y la cortadora de rocas.	Riesgos físicos	Ruido	C D	IN	Señalar los riesgos que existen y especificar el EPP a utilizar de acuerdo al lugar de trabajo.	Ninguna	Uso de EPP (protectores auditivos) durante la ejecución de las actividades que involucren el uso de equipos como: generador hidromecánico y cortadora de rocas.
De acuerdo a las mediciones de temperatura realizadas en planta baja, únicamente durante el lapso de tiempo de la mañana y pasadas las 19h00, se incumple con la norma aplicable.	Riesgos físicos	Ambiente térmico	C LD	RT	Mantener un ambiente térmico adecuado y de confort, en horas de la mañana.	Ninguna	Ninguna
De acuerdo a las mediciones de humedad realizadas en planta baja, se cumple con la norma aplicable.	Riesgos físicos	Humedad relativa	C LD	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Cilindro de GLP en la cafetería.	Riesgos físicos	Explosiones	C D	TO	Verificar condiciones adecuadas de la válvula del cilindro de GLP, y la ubicación de este.	Ninguna	Ninguna

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.9

MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT - PLANTA BAJA

Evidencia de riesgo	Identificación		Estimación		Valoración		Medida Correctiva		Personal Expuesto
	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb	Riesgo	Fuente	Medio Ambiente		
Densímetro nuclear.	Riesgos físicos	Radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gamma, electrones)	D	B	TO	Mantener el equipo en su estuche o resguardo apropiado.	Ninguna	Transportar el equipo adecuadamente y con su resguardo. Capacitación para el manejo adecuado de fuentes radioactivas.	
Atrapamiento de miembros en la utilización de maquinaria y equipos.	Riesgos mecánicos	Atrapamiento de miembros, aplastamiento	LD	B	RT	Señalizar los riesgos que existen y especificar el EPP a utilizar de acuerdo al lugar de trabajo.	Ninguna	Capacitar al personal sobre el uso de manuales de equipos, procedimientos, utilización de EPP.	
n/a	Riesgos mecánicos	Trabajo en alturas	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
Daños de los ascensores por exceso de carga u otro desperfecto.	Riesgos mecánicos	Equipos de elevación y transporte	LD	A	MO	Brindar mantenimiento continuo y resolver desperfectos. Señalizar la capacidad máxima del ascensor.	Ninguna	Ninguna	
Se deberán mantener registros de mantenimiento de todas las maquinarias y equipos que así lo requieran.	Riesgos mecánicos	Máquinas, equipos y herramientas	LD	M	TO	Dar mantenimiento de acuerdo a las especificaciones del fabricante y al uso de los mismos. Mantener los registros.	Ninguna	* Capacitar al personal sobre el uso de manuales de equipos y procedimientos. * Utilización de EPP.	
n/a	Riesgos mecánicos	Equipos que operan a alta presión	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
1) No existe restricción de acceso al cuarto del generador hidromecánico. 2) Toma corrientes sin la caja de protección.	Riesgos eléctricos	Contactos eléctricos e instalaciones eléctricas, inapropiadas o en mal estado	D	B	TO	1) Señalización de acceso restringido y peligro. 2) Colocación de protecciones.	Ninguna	Uso de EPP (guantes dieléctricos) y herramientas adecuadas.	

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.9
MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT - PLANTA BAJA

Evidencia de riesgo	Identificación		Estimación		Valoración		Medida Correctiva		Personal Expuesto
	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb	Riesgo	Fuente	Medio Ambiente		
Exposición a productos químicos de limpieza.	Riesgos químicos	Sustancias peligrosas	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Uso de mascarillas, mandil y guantes para la limpieza de las instalaciones.	
Exposición a bacterias.	Riesgos biológicos	Contaminación por bacterias, hongos y virus	LD	B	RT	Instalar un sistema de evacuación de gases/vapores en las baterías higiénicas.	Ninguna	Uso de EPP (mascarilla, guantes, mandil) durante la limpieza de las baterías higiénicas.	
Muy pocos trabajos se realizan a partir de las 6 pm cuando la luz natural ya no es suficiente, sin embargo de acuerdo a los resultados de medición lumínica, hace falta se incremente esta en la oficina y en el sitio de la cortadora de rocas.	Riesgos ergonómicos	Iluminación inadecuada	LD	M	TO	Incrementar la intensidad lumínica para el cumplimiento de la normativa aplicable en la oficina y el cuarto de la cortadora de rocas.	Ninguna	Ninguna	
Actividades de los conserjes y trabajadores de la planta.	Riesgos ergonómicos	Trastornos músculo esqueléticos por movimientos repetitivos	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna	
El conserje y los trabajadores de la planta baja realizan continuamente el transporte de material pesado.	Riesgos ergonómicos	Posturas incorrectas	D	M	MO	Ninguna	Ninguna	Uso de EPP (fajas de seguridad y botas de seguridad) durante la ejecución de trabajos que impliquen levantar o movilizar cargas pesadas.	

CONTINUA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.9

MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT - PLANTA BAJA

Evidencia de riesgo	Identificación		Estimación		Valoración		Medida Correctiva		Personal Expuesto
	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb	Riesgo	Fuente	Medio Ambiente		
Ninguna	Riesgos ergonómicos	Espacio físico insuficiente	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
No se observó el acceso adecuado para discapacitados.	Riesgos ergonómicos	Accesibilidad	LD	B	RT	No existe el acceso por medio de una rampa para discapacitados; esto se lo realiza con la ayuda de los guardias y utilizando los ascensores.	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Ninguna	Riesgos psicosociales	Exceso de trabajo	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Ninguna	Riesgos psicosociales	Horarios inadecuados	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Ninguna	Riesgos psicosociales	Relaciones humanas inadecuadas	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Ninguna	Riesgos psicosociales	Falta de motivación	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
El edificio no cumple con ninguna de las normas de sismo-resistencia.	Riesgos estructurales	Resistencia y estabilidad	D	M	MO	Desarrollar e implementar un proyecto de reforzamiento del edificio.	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Ninguna	Riesgos estructurales	Usos inadecuados del edificio	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.9
 MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT - PLANTA BAJA

Evidencia de riesgo	Identificación		Estimación		Valoración Riesgo	Fuente	Medida Correctiva	
	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb			Medio Ambiente	Personal Expuesto
Existencia de humedad en el tumbado y paredes de la cafetería.	Riesgos estructurales	Humedad	D	M	MO	Se recomienda colocar una cobertura impermeable en la losa que recubre la cafetería. Implementación de canales de agua lluvia en la losa de la cafetería.	Ninguna	Ninguna
Ninguna	Riesgos estructurales	Vibración	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna
1) Cilindro de GLP. 2) Generación de chispas de origen eléctrico.	Riesgos de incendio	Factores de riesgo que propician el surgimiento del incendio	D	B	TO	1) Almacenamiento adecuado. 2) Mantenimiento de las conexiones eléctricas.	Ninguna	Ninguna
1) Existe madera apilada y poco volumen de papel. 2) El personal no está capacitado para eventos de emergencia.	Riesgos de incendio	Factores de riesgo que posibilitan la propagación del incendio	D	M	MO	1) Alejar todo material combustible de las fuentes de ignición.	Ninguna	2) Capacitar al personal de la planta en Seguridad Industrial y situaciones de emergencia.
1) Acceso principal a la planta eventualmente cerrada. Acceso por las gradas del ala oeste cerradas con candando y obstaculizadas con estructura de madera. 2) Falta de equipo contra incendio y sistema de alarmas.	Riesgos de incendio	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	D	M	MO	1) Dejar libre de obstáculos los accesos a la planta en la medida de lo posible. Equipar la planta con equipos contra incendios de acuerdo a sus características específicas de materiales. 2) Señalización de áreas de evacuación y de equipos contra incendio.	Ninguna	Capacitar a los ocupantes sobre medios de extinción.

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.9
 MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT - PLANTA BAJA

Evidencia de riesgo		Identificación		Estimación		Valoración		Medida Correctiva	
Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb	Riesgo	Fuente	Medio Ambiente	Personal	Expuesto	
1) Pasillos obstruidos con materiales. 2) Inexistencia de señalización, vías y salidas de evacuación y de botiquín de primeros auxilios.	Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas o bienes materiales salvaguardables	D	M	MO	2) Dejar libre de obstáculos los accesos a la planta. 2) Señalizar la planta, las vías y salidas de evacuación. Disponer de un botiquín de primeros auxilios.	Ninguna	2) Capacitar sobre las vías de evacuación.		
Inexistencia de procedimientos y hoja de contactos a dependencias del Cuerpo de Bomberos o servicios de asistencia en caso de emergencias.	Falta de organización, no intervención de brigadas ni de equipos externos	D	M	MO	* Organizar y elaborar procedimientos para cada caso de emergencia así como también comunicar los contactos, ruta y teléfonos de las dependencias del Cuerpo de Bomberos y demás casas de asistencia. * Comunicar colocando hojas de información en carteleras.	Ninguna	Capacitar a los ocupantes sobre este tema.		
El edificio cuenta con pararrayos	Acción de un rayo	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna		

C: consecuencia

Pb: probabilidad

n/a: no aplica

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De acuerdo a la información presentada en la Tabla 5.9, en la planta baja se determinaron los siguientes niveles de riesgo:

- El **riesgo trivial representa el 41,0%** del total de riesgos identificados para este piso. No es necesario tomar acciones específicas para corregir el riesgo, sin embargo, si se pueden considerar actividades o recomendaciones programadas sin mayor grado de premura.
- El **riesgo tolerable corresponde un 27,5%** del total de riesgos de la planta; no se necesita mejorar la acción preventiva, sin embargo, se puede considerar soluciones rentables que no supongan una carga económica importante dentro de un cronograma de actividades preestablecido.

Adicionalmente, se deberán realizar comprobaciones periódicas del mantenimiento de la eficacia de las medidas de control existentes.

- En cuanto al **riesgo moderado, este constituye un 27,5%** del riesgo total de la planta; se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando los costos de las inversiones a efectuarse. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período **determinado y programado**. No existen consecuencias extremadamente dañinas relacionadas con el riesgo moderado, por lo tanto, no es necesario se precisen acciones posteriores como medidas de control.

El riesgo moderado resultante del análisis y evaluación de la planta baja del edificio se obtuvo debido a las siguientes evidencias, para las cuales se establecieron medidas correctivas específicas en cada caso:

- Piso mojado, durante la limpieza (cafetería).
 - Señalización respectiva cuando el piso esté mojado.
- Aceite en el piso cerca del desnivel de la maquina universal (pequeña, mediana y grande), materiales y agregados en el piso.

- Mantener los recipientes de aceite y combustibles tapados y en buen estado. Se recomienda almacenarlos en un lugar con piso impermeabilizado y canaletas para cualquier caso de derrame. Señalizar el lugar de almacenamiento.
 - Capacitar al personal sobre manipulación y almacenamiento de aceites y combustibles.
- Lesiones al personal y posibles daños a los equipos.
 - Capacitar al personal en Seguridad Industrial.
 - Falta de conocimiento de procedimientos.
 - Elaborar y respetar los procedimientos de trabajo.
 - Capacitar al personal sobre los procedimientos de trabajo.
 - Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo.
 - Aplicar los criterios de las 5`s.
 - Señalización no actualizada y en lugares poco visibles.
 - Señalizar las áreas de la planta utilizando la normativa vigente.
 - Capacitar al personal sobre la señalización en áreas de trabajo.
 - Uso de Calentador Capping con azufre
 - Implementar un extractor de gases.
 - Uso de EPP (gafas, mascarilla) durante la ejecución de la práctica.
 - Daños de los ascensores por exceso de carga u otro desperfecto.
 - Brindar mantenimiento continuo y resolver desperfectos.
 - El conserje y los trabajadores de la planta baja realizan continuamente el transporte de material pesado.

- Uso de EPP (fajas de seguridad y botas de seguridad) durante la ejecución de trabajos que impliquen levantar o movilizar cargas pesadas.
- El edificio no cumple con ninguna de las normas de sismo-resistencia.
 - Desarrollar e implementar un proyecto de reforzamiento del edificio.
- Existencia de humedad en el tumbado y paredes de la cafetería.
 - Se recomienda colocar una cobertura impermeable en la losa que recubre la cafetería. Implementación de canales de agua lluvia en la losa de la cafetería.
- Existe madera apilada y poco volumen de papel.
 - Alejar todo material combustible de las fuentes de ignición.
- El personal no está capacitado para eventos de emergencia.
 - Capacitar al personal de la planta en Seguridad Industrial y situaciones de emergencia.
- Acceso principal a la planta eventualmente cerrada. Acceso por las gradas del ala oeste cerradas con candando y obstaculizadas con estructura de madera.
 - Dejar libre de obstáculos los accesos a la planta en la medida de lo posible. Equipar la planta con equipos contra incendios de acuerdo a sus características específicas de materiales.
- Falta de equipo contra incendio y sistema de alarmas.
 - Señalización de áreas de evacuación y de equipos contra incendio.
 - Capacitar a los ocupantes sobre medios de extinción.

- Pasillos obstruidos con materiales.
 - Dejar libre de obstáculos los accesos a la planta.
- Inexistencia de señalización, vías y salidas de evacuación y de botiquín de primeros auxilios.
 - Señalizar la planta, las vías y salidas de evacuación.
 - Capacitar a los ocupantes sobre este tema.
 - Capacitar sobre las vías de evacuación.
- Inexistencia de procedimientos y hoja de contactos a dependencias del Cuerpo de Bomberos o servicios de asistencia en caso de emergencias.
 - Organizar y elaborar procedimientos para cada caso de emergencia así como también comunicar los contactos, ruta y teléfonos de las dependencias del Cuerpo de Bomberos y demás casas de asistencia.
 - Comunicar colocando hojas de información en carteleras. Organizar y elaborar procedimientos para cada caso de emergencia así como también comunicar los contactos, ruta y teléfonos de las dependencias del Cuerpo de Bomberos y demás casas de asistencia.
 - Comunicar colocando hojas de información en carteleras.
 - Capacitar a los ocupantes sobre este tema.
- Un **4,0% corresponde al riesgo intolerable** – del riesgo total para la planta baja - relacionado directamente con los siguientes aspectos:
 - Aceite lubricante usado se descarga directamente por la alcantarilla.
 - Almacenamiento adecuado del aceite usado, y una correcta limpieza del sitio.
 - Mantener registros de la entrega y disposición final de este residuo.

- Señalizar el no consumo de alimentos en los laboratorios y colocar basureros identificados.
 - Se recomienda realizar el almacenamiento del aceite en recipientes tapados, para su disposición con gestores autorizados por brindar este servicio.
 - Capacitar a las personas que trabajan con este tipo de residuo sobre su disposición y manejo adecuado.
- De acuerdo a las mediciones de ruido tomadas en la Planta Baja (Anexo No.9 “Mediciones de nivel sonoro”), se detectaron valores fuera del nivel permisible de la norma, cuando se encuentra en funcionamiento el Generador Hidromecánico y la Cortadora de rocas.
- Señalizar los riesgos que existen y especificar el EPP a utilizar de acuerdo al lugar de trabajo.
 - Uso de EPP (protectores auditivos) durante la ejecución de las actividades que involucren el uso de equipos como: Generador Hidromecánico y Cortadora de rocas.

En la Tabla 5.10 se presenta un resumen de los resultados obtenidos de la matriz general de riesgos del INSHT para todas las plantas del edificio, respecto a los niveles de riesgo expresados en porcentaje.

Las medidas correctivas para cada una de las plantas del edificio en función del riesgo encontrado, se describen en el Anexo No.12 “Matriz general de riesgos del INSHT – Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”.

TABLA 5.10
RESULTADOS DE LA MATRIZ GENERAL DE RIESGO DEL INSHT – NIVELES
DE RIESGO DE LAS PLANTAS DEL EDIFICIO

Planta del Edificio	Riesgo Trivial RT (%)	Riesgo Tolerable TO (%)	Riesgo Moderado MO (%)	Riesgo Intolerable IN (%)
Planta Baja	41,0	27,5	27,5	4,0
Mezzanine	58,0	22,0	20,0	0,0
Primer Piso	54,0	18,0	28,0	0,0
Segundo Piso	65,0	14,0	21,0	0,0
Tercer Piso	63,0	16,0	21,0	0,0
Cuarto Piso	59,0	14,0	27,0	0,0
Sexto Piso	67,0	10,0	23,0	0,0
Terraza	70,0	8,0	22,0	0,0

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

5.1.2.2 Edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental

La estimación y valoración de los riesgos para cada uno de los edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se realizó de acuerdo a la Tabla 4.5 “Matriz de Niveles de riesgo” del Capítulo 4.

En la Tabla 5.11 se presenta el desarrollo de la matriz general de riesgos del INSHT para el edificio del Departamento de Ciencias Nucleares. En el Anexo No.13 “Matriz general de riesgos del INSHT – Edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental” se presenta el desarrollo de esta matriz para los demás edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

TABLA 5.11
MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT – DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NUCLEARES

Evidencia de riesgo		Identificación			Estimación		Valoración		Medida Correctiva		
		Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb	Riesgo	Fuente	Medio Ambiente	Personal Expuesto		
Ninguna	Riesgos físicos	Ruido excesivo	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna		
Accelerador de Electrones y Fuente de Co-60 (Cobalto-60).	Riesgos físicos	Explosiones	D	B	TO	Continuar con las normas de seguridad que actualmente existen.	Ninguna	Ninguna	Ninguna		
Accelerador de Electrones y Fuente de Co-60 (Cobalto-60).	Riesgos físicos	Radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gamma, electrones)	D	M	MO	Mantener las fuentes de radiación con los resguardos y protecciones necesarias.	Ninguna	Ninguna	* Utilizar el respectivo EPP durante las prácticas que impliquen contacto directo con fuentes radioactivas. * Capacitación para el manejo adecuado y protección radiológica.		
Accelerador de Electrones	Riesgos eléctricos	Contactos eléctricos e instalaciones eléctricas, inapropiadas o en mal estado	D	M	MO	Mantener procedimientos eléctricos.	Aislamiento y conexión a tierra de las líneas eléctricas.	Capacitación y entrenamiento sobre Riesgos eléctricos.			
Exposición a materiales y sustancias peligrosas. (gases y vapores propios de los ensayos que se llevan a cabo en este lugar)	Riesgos químicos	Sustancias peligrosas	D	M	MO	* Mantener el blindaje. * Brindar mantenimiento al sistema de evacuación de gases.	Ninguna	Ninguna	* Uso de mascarillas y guantes durante las prácticas. * Capacitar al personal sobre el uso de manuales de equipos y procedimientos. Uso de EPP (guantes, gafas, mandil).		
Ninguna	Riesgos estructurales	Resistencia y estabilidad	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna		

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.11
 MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT – DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NUCLEARES

Evidencia de riesgo	Identificación		Estimación		Valoración Riesgo	Fuente	Medida Correctiva	
	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb			Medio Ambiente	Personal Expuesto
Ninguna	Riesgos estructurales	Usos inadecuados del edificio	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Ninguna	Riesgos estructurales	Humedad	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Ninguna	Riesgos estructurales	Vibración	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna
1) Generación de chispas de origen eléctrico. 2) Sobre calentamiento del acelerador de electrones.	Riesgo de incendio	Factores de riesgo que propician el surgimiento del incendio	D	B	TO	1) Mantenimiento de las conexiones eléctricas. 2) Mantenimiento del acelerador de electrones.	Ninguna	Ninguna
Presencia de divisiones modulares, alfombras, mesas, sillas.	Riesgo de incendio	Factores de riesgo que posibilitan la propagación del incendio	LD	B	RT	Alejar todo material combustible de las fuentes de ignición.	Ninguna	Ninguna
Ninguna	Riesgo de incendio	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Ninguna	Riesgo de incendio	Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas o bienes materiales salvaguardables	LD	B	RT	Ninguna	Ninguna	Ninguna

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.11
MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEL INSHT – DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NUCLEARES

Evidencia de riesgo	Identificación		Estimación		Valoración		Medida Correctiva	
	Tipo de riesgo	Factor de riesgo	C	Pb	Riesgo	Fuente	Medio Ambiente	Personal Expuesto
Hace falta la actualización de la hoja de contactos en caso de emergencia.	Riesgo de incendio	Falta de organización, no intervención de brigadas ni de equipos externos	D	M	MO	Mantener actualizada la hoja de contactos en caso de emergencia.	Ninguna	Capacitar a los ocupantes sobre este tema.
El edificio no cuenta con pararrayos.	Riesgos de incendio	Acción de un rayo	D	B	TO	Instalar un pararrayos en esta instalación o en edificios cercanos.	Ninguna	Ninguna

C: consecuencia

Pb: probabilidad

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De acuerdo a la información presentada en la Tabla 5.11 del Departamento de Ciencias Nucleares se determinaron los siguientes niveles de riesgo:

- El **riesgo trivial corresponde a un 53,0%** del total; no es necesario tomar acciones específicas para corregirlo, sin embargo, se pueden considerar actividades o recomendaciones programadas sin mayor grado de premura.
- Para el **riesgo tolerable se detectó un 20,0%** del total de riesgos de las instalaciones del departamento; no se necesita mejorar la acción preventiva, pero si considerar soluciones rentables que no supongan una carga económica importante. Adicionalmente, se deberán realizar comprobaciones periódicas de la eficacia de las medidas de control existentes.
- El **riesgo moderado constituye un 27,0%** del riesgo total; se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando los costos de las inversiones a efectuarse. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado y programado. No existen consecuencias extremadamente dañinas relacionadas con el riesgo moderado, por lo tanto, no es necesario se precisen acciones posteriores como medidas de control.

El riesgo moderado resultante de las instalaciones del Departamento de Ciencias Nucleares se obtuvo debido a las siguientes evidencias, para las cuales se establecieron medidas correctivas específicas en cada caso:

- Acelerador de Electrones y Fuente de Co-60 (Cobalto-60).
 - Mantener las fuentes de radiación con los resguardos y protecciones necesarias.
 - Utilizar el respectivo EPP durante las prácticas que impliquen contacto directo con fuentes radioactivas.
 - Capacitación para el manejo adecuado y protección radiológica.

- Acelerador de Electrones
 - Mantener procedimientos eléctricos.
 - Aislamiento y conexión a tierra de las líneas eléctricas.
 - Capacitación y entrenamiento sobre Riesgos eléctricos.

 - Exposición a materiales y sustancias peligrosas. (gases y vapores propios de los ensayos que se llevan a cabo en este lugar)
 - Mantener el blindaje.
 - Brindar mantenimiento al sistema de evacuación de gases.
 - Uso de mascarillas y guantes durante las prácticas.
 - Capacitar al personal sobre el uso de manuales de equipos y procedimientos. Uso de EPP (guantes, gafas, mandil).

 - Hace falta la actualización de la hoja de contactos en caso de emergencia.
 - Mantener actualizada la hoja de contactos en caso de emergencia.
 - Capacitar a los ocupantes sobre este tema.
- Un **0% corresponde al riesgo intolerable** – del riesgo total - por lo tanto, no hay actividades que necesiten de correcciones inmediatas.

En la Tabla 5.12 se presentan los resultados obtenidos de la matriz general de riesgos del INSHT para los edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, respecto a los niveles de riesgo de cada uno, expresados en porcentaje. La evaluación y medidas correctivas para los edificios aledaños, se encuentran descritas en el Anexo No.13 “Matriz general de riesgos del INSHT – Edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”.

TABLA 5.12

RESULTADOS DE LA MATRIZ GENERAL DE RIESGO DEL INSHT – NIVELES DE RIESGO DE LOS EDIFICIOS ALEDAÑOS AL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Nombre de edificio aledaños	Riesgo Trivial RT (%)	Riesgo Tolerable TO (%)	Riesgo Moderado MO (%)	Riesgo Intolerable IN (%)
Hidráulica	53,0	20,0	27,0	0,0
Facultad de Ciencias Administrativas	40,0	27,0	33,0	0,0
Centro de Investigación de la Vivienda	53,0	20,0	27,0	0,0
Departamento de Ciencias Nucleares	53,0	20,0	27,0	0,0
Laboratorio de Aguas y Microbiología	47,0	20,0	33,0	0,0

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

5.1.3 MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS

La matriz de tareas específicas se utilizó para recolectar la información de cada una de las plantas del edificio, relacionada a las actividades de trabajo bajo tres condiciones: normal, anormal, y emergente.

Las medidas preventivas y correctivas para cada peligro identificado no se determinaron, pues en la matriz general de riesgos del INSHT elaborada para cada una de las planta del edificio ya se determinaron dichas medidas.

En la Tabla 5.13 se presenta el desarrollo de la matriz de tareas específicas para el segundo piso del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. En el Anexo No.14 “Matriz de tareas específicas” se presenta el desarrollo de esta matriz para las demás plantas del edificio.

TABLA 5.13
MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS - SEGUNDO PISO

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	SUBACTIVIDAD	SITUACIÓN NORMAL			SITUACIÓN ANORMAL			SITUACIÓN EMERGENTE		
			PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO
Personal administrativo de Secretaría General	1) Encendido y uso de equipos de computación	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	2) Realización de documentos y manejo de información	-	n/a	n/a	1. Almacenamiento incorrecto de materiales, apilamientos desordenados, bultos depositados en los pasillos, amontonamientos	1. Caída de objetos por desplome o derrumbe	1. Laboral y daños derivados del trabajo	1. Almacenamiento incorrecto de materiales, apilamientos desordenados, bultos depositados en los pasillos, amontonamientos	1. Caída de objetos por desplome o derrumbe	1. Laboral y daños derivados del trabajo	
	5) Préstamo de proyectores e infocus	-	1. Manipulación de objetos pesados	1. Caída de objetos por manipulación	1. Laboral y daños derivados del trabajo	1. Manipulación de objetos pesados	1. Caída de objetos por manipulación	1. Manipulación de objetos pesados	1. Caída de objetos por manipulación	1. Laboral y daños derivados del trabajo	
	6) Apagado de equipos de cómputo	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
	1) Encendido y uso de equipos de computación	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	2) Realización de documentos y manejo de información	-	n/a	n/a	n/a	1. Almacenamiento incorrecto de materiales, apilamientos desordenados, bultos depositados en los pasillos, amontonamientos	1. Caída de objetos por desplome o derrumbe	1. Laboral y daños derivados del trabajo	1. Almacenamiento incorrecto de materiales, apilamientos desordenados, bultos depositados en los pasillos, amontonamientos	1. Caída de objetos por desplome o derrumbe	1. Laboral y daños derivados del trabajo

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.13
MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS - SEGUNDO PISO

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	SUBACTIVIDAD	SITUACIÓN NORMAL			SITUACIÓN ANORMAL			SITUACIÓN EMERGENTE		
			PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO
	5) Préstamo de proyectores e infocus	-	1. Manipulación de objetos pesados	1. Caída de objetos por manipulación	1. Laboral y daños derivados del trabajo	1. Manipulación de objetos pesados	1. Caída de objetos por manipulación	1. Laboral y daños derivados del trabajo	1. Caída de objetos por manipulación	1. Laboral y daños derivados del trabajo	
	6) Apagado de equipos de cómputo	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
	1) Encendido y uso de equipos de computación	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
Decanato de la Facultad	2) Elaboración y gestión de planes y proyectos de desarrollo de la facultad	-	n/a	n/a	n/a	1. Fatiga, estrés	1. Exceso de trabajo	1. Riesgo psicosociales	n/a	n/a	
	3) Apagado de equipos de cómputo	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
	1) Encendido y uso de equipos de computación	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
Subdecanato de la Facultad	2) Administración de las actividades docentes de la facultad	-	n/a	n/a	n/a	1. Fatiga, estrés	1. Exceso de trabajo	1. Riesgo psicosociales	n/a	n/a	

CONTINUÍA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.13
 MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS - SEGUNDO PISO

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	SUBACTIVIDAD	SITUACIÓN NORMAL			SITUACIÓN ANORMAL			SITUACIÓN EMERGENTE		
			PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO
Conserje	3) Coordinar la revisión curricular de las carreras de la facultad	-	n/a	n/a	n/a	1. Fatiga, estrés	1. Exceso de trabajo	1. Riesgo psicosociales	n/a	n/a	n/a
	4) Elaborar las guías académicas de la facultad	-	n/a	n/a	n/a	1. Fatiga, estrés	1. Exceso de trabajo	1. Riesgo psicosociales	n/a	n/a	n/a
	5) Aplicar encuestas estudiantiles institucionales de evaluación semestral	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	6) Apagado de equipos de cómputo	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	1) Encargado del acceso (abre y cierra) a las aulas y oficinas	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	2) Realiza mensajería llevando y trayendo documentos	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

CONTINUÚA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.13
MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS - SEGUNDO PISO

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	SUBACTIVIDAD	SITUACIÓN NORMAL			SITUACIÓN ANORMAL			SITUACIÓN EMERGENTE		
			PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO
	3) Se encarga de las bodegas (con productos de limpieza y otra de documentos)	-	1. No usar equipo de protección personal 2. Adoptar posturas incorrectas durante el trabajo, sobre todo cuando se manejan cargas 3. Pisos en mal estado; irregulares 4. Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo 5. Obstáculos	1. Golpes/cortes con objetos y herramientas 2. Posturas incorrectas 3. Tropezos 4. Choque contra objetos fijos 5. Caída de personas al mismo nivel	1., 2., 3., 4., y 5. Laboral y daños derivados del trabajo	1. No usar equipo de protección personal 2. Adoptar posturas incorrectas durante el trabajo, sobre todo cuando se manejan cargas 3. Pisos en mal estado; irregulares 4. Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo 5. Obstáculos	1. Golpes/cortes con objetos y herramientas 2. Posturas incorrectas 3. Tropezos 4. Choque contra objetos fijos 5. Caída de personas al mismo nivel	1., 2., 3., 4., y 5. Laboral y daños derivados del trabajo	1. No usar equipo de protección personal 2. Adoptar posturas incorrectas durante el trabajo, sobre todo cuando se manejan cargas 3. Pisos en mal estado; irregulares 4. Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo 5. Obstáculos	1. Golpes/cortes con objetos y herramientas 2. Posturas incorrectas 3. Tropezos 4. Choque contra objetos fijos 5. Caída de personas al mismo nivel	1., 2., 3., 4., y 5. Laboral y daños derivados del trabajo
	4) Limpieza de las instalaciones	-	1. Exceso de gases, polvos 2. Exceso de aerosoles, gases	1. Contaminantes ambientales 2. Exposición y/o contacto con materiales peligrosas, aerosoles, gases, humo y vapores	1. Ambiental 2. Químicos	1. Exceso de gases, polvos 2. Exceso de aerosoles, gases	1. Contaminantes ambientales 2. Exposición y/o contacto con materiales y sustancias peligrosas, aerosoles, gases, humo y vapores	1. Ambiental 2. Químicos	n/a	n/a	n/a

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.13
MATRIZ DE TAREAS ESPECÍFICAS - SEGUNDO PISO

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	SUBACTIVIDAD	SITUACIÓN NORMAL			SITUACIÓN ANORMAL			SITUACIÓN EMERGENTE		
			PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO
Alumnos	1) Atención a las instrucciones y clases	-	n/a	n/a	n/a	1. Fatiga, estrés	1. Exceso de trabajo	1. Riesgo psicosociales	n/a	n/a	n/a
	2) Realización de prácticas o ejercicios en clase	-	n/a	n/a	n/a	1. Fatiga, estrés	1. Exceso de trabajo	1. Riesgo psicosociales	n/a	n/a	n/a
Profesores	1) Imparten clases e indicaciones a los alumnos	-	n/a	n/a	n/a	1. Fatiga, estrés	1. Exceso de trabajo	1. Riesgo psicosociales	n/a	n/a	n/a
	2) Limpieza de la pizarra	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

-: vacío

n/a: no aplica

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

5.1.4 METODOLOGÍA APELL

A continuación se desarrolla la Metodología Apell para la planta baja del edificio de Ingeniería Civil, como ejemplo de evaluación de riesgos.

5.1.4.1 Matriz de riesgos (40%)

Esta metodología se inicia con el análisis de los parámetros de gravedad de la matriz de riesgos, con sus valoraciones expuestas en las Tablas 4.8, 4.9, 4.10 y 4.11 del Capítulo 4.

La Tabla 5.14 se elabora considerando los valores mínimo y máximo de los parámetros de gravedad expuestos en las tablas mencionadas anteriormente.

TABLA 5.14
VALORACIÓN MÍNIMA Y MÁXIMA DE LOS PARÁMETROS DE GRAVEDAD
METODOLOGÍA APELL

Parámetro de gravedad	Valoración mínima	Valoración máxima
Gravedad para la vida (Vi)	1	5
Gravedad para el medio ambiente (Me)	1	5
Gravedad para la propiedad (P)	1	5
Velocidad de propagación (Ve)	1	4

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Se determinaron los valores mínimo y máximo de prioridad (Pr), utilizando los valores de la Tabla 5.14 y la ecuación 4.2 (Capítulo 4).

Para $Pr_{mínima}$ se reemplazaron los siguientes valores en la ecuación 4.2:

Vi: 1

M: 1

P: 1

Ve: 1

Obteniéndose, lo siguiente:

$$Pr \text{ mínima} = \frac{1 \times 0,3 + 1 \times 0,3 + 1 \times 0,2 + 1 \times 0,2}{4} = 0,25$$

Mientras que para $Pr_{\text{máxima}}$, se reemplazaron los siguientes valores en la ecuación 4.2:

Vi: 5

M: 5

P: 5

Ve: 4

Resultando:

$$Pr \text{ máxima} = \frac{5 \times 0,3 + 5 \times 0,3 + 5 \times 0,2 + 4 \times 0,2}{4} = 1,20$$

El rango de la **prioridad** comprendido entre 0,25 (Pr mínima) y 1,20 (Pr máxima), se dividió en cinco intervalos iguales para las cinco valoraciones cualitativas desde A hasta E, como se presenta en la Tabla 5.15.

TABLA 5.15

VALORACIONES DE LA PRIORIDAD (Pr)

	Valoración cualitativa	Intervalo cuantitativo
Prioridad (Pr)	A	0,25 a 0,43
	B	0,44 a 0,62
	C	0,63 a 0,82
	D	0,83 a 1,01
	E	1,02 a 1,20

FUENTE: Ramírez T., Metodología para la Identificación, Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos – Décimo semestre, Escuela Politécnica Nacional, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De acuerdo a la Figura 4.3 (Capítulo 4) se procedió a realizar la ponderación de daños en función de Pb y Pr. Luego, se determinaron las medidas preventivas y

correctivas para el riesgo y sus consecuencias en la fuente, medio ambiente y en el personal expuesto.

En la Tabla 5.16 se presenta el desarrollo de matriz de riesgos para la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja													
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil													
Peligro	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	Gravedad					Control riesgo			Medida preventiva/correctiva
					V ₁	M	d	V _e	P _B	P _d	P _d		
Huecos, pozos, zanjas, sin proteger (falta de barandillas) ni señalizar, que presentan riesgo de caída	Caída de personas a distinto nivel	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones por caídas en el pozo de la parte posterior del área de la máquina universal	3	1	1	1	3	0,40			Fuente: colocar barandillas de protección en el área del pozo. Señalizar horizontalmente el pozo
Gradas sin franja antideslizante, ni pasamanos	Caída de personas a distinto nivel	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones por caídas en las gradas del ala este (sin franja antideslizante)	3	1	1	1	5	0,40			Fuente: colocar franjas antideslizantes en las gradas. Señalizar el riesgo de "caída a distinto nivel" en las gradas y pasamanos (Ver Anexo No.19 "Mapas" -Mapa de identificación de riesgos en general-).
Piso mojado, resbaladizo o con manchas de aceite	Caída de personas al mismo nivel	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones por caídas en el piso con aceite del cuarto del generador hidromecánico y alrededor de la máquina universal. Lesiones por caídas en el piso mojado de la cafetería	3	1	1	1	4	0,40			Fuente: mantener los recipientes de aceite tapados y en buen estado; se recomienda almacenarlos en un lugar con piso y paredes impermeable y un dique de contención. Señalizar el riesgo de "piso mojado" en la cafetería cuando lo requiera. Personal expuesto: capacitar al personal sobre manipulación y almacenamiento de aceites y combustibles.

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.16
 MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja													
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil													
Riesgo		Gravedad					Control riesgo						
Peligro/Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	3	2	1	1	1	5	4	0,40	Medida preventiva/correctiva
Obstáculos en el piso	Caída de personas al mismo nivel	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones debido a caídas causadas por los materiales y agregados en el piso.	3	1	1	1	1	5	0,40		Fuente: colocar los agregados y materiales en un lugar apropiado, que no obstaculicen los pasillos ni áreas de trabajo. Señalizar horizontalmente dichos lugares
Almacenamiento incorrecto de materiales, apilamientos desordenados, bultos depositados en los pasillos, amontonamientos	Caída de objetos por desplome o derrumbe	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones debido a caída de materiales y herramientas.	2	1	1	1	1	4	0,33		Fuente: Almacenar en áreas apropiadas, madera, chatarra metálica y otros materiales para evitar la caída de objetos por desplomes y derrumbes. <u>Personal expuesto</u> : uso de botas punta de acero, guantes y mascarilla para el transporte de madera, chatarra metálica y otros materiales.
Manipulación de objetos pesados	Caída de objetos por manipulación	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones por manipulación de objetos y materiales pesados en los ensayos de laboratorio, especialmente con la máquina universal.	3	1	1	1	1	4	0,40		<u>Personal expuesto</u> : Uso de botas punta de acero, guantes y mascarilla.
Pisada sobre objetos y materiales	Tropiezo	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones por pisada de agregados, materiales en el piso.	2	1	1	1	1	5	0,33		Fuente: colocar los agregados y materiales en un lugar apropiado, que no obstaculicen los pasillos ni áreas de trabajo. Señalizar horizontalmente dichos lugares.

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja													
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil													
Peligro/Amenaza	Riesgo				Elemento vulnerable	Consecuencias	Gravedad				Control riesgo		Medida preventiva/correctiva
	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias			N	D	V _e	P _p	P _r	R _p	
Puertas, partes salientes de paredes y equipos	Choque contra objetos fijos	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones por choques con la puerta de vidrio.	2	1	1	1	1	5	0,33		Fuente: colocar una banda adherente de señalización en la puerta de vidrio.
No estar capacitado para realizar una tarea de trabajo, en la cual existen objetos móviles.	Choque contra objetos móviles	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas y equipos	Lesiones o accidentes por choque contra el carro manual de carga.	2	1	1	1	1	4	0,33		Personal expuesto: capacitar sobre el manejo de carrito manual para carga.
Golpes, cortes contra partes salientes a un mismo nivel o a distinto nivel	Golpes/cortes	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones por golpes y cortes durante el manejo de maquinaria, herramientas y equipos en los ensayos de laboratorio de civil y en la cafetería	2	1	1	1	1	4	0,33		Personal expuesto: utilizar EPP (guantes y botas de seguridad). Manipular objetos y herramientas con cuidado.
Circulación de carros manuales de carga y salida o entrada a de vehículos	Atropellamiento	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones y atropellamiento a personas.	3	1	2	1	3	0,45			Fuente: señalización luminosa titilante en el exterior de la puerta de salida del vehículo.
Exposición y manipulación de materiales calientes	Contactos térmicos	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Quemaduras durante la operación de hornos y estufas.	2	1	1	1	1	5	0,33		Personal expuesto: utilización de EPP (guantes de asbesto). Capacitar al personal sobre el uso de manuales de equipos y procedimientos.
Falta de control y seguridad	Secuestros, asaltos y robos	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas, equipos y bienes	Robo de dinero, pertenencias a personas, equipos y herramientas.	1	1	3	1	4	0,35			Personal expuesto: comunicar inmediatamente después del suceso al personal de seguridad del edificio.
Alta ocupación	Inadecuada circulación de personas	Riesgos laborales y daños derivados del trabajo	Personas	No hay problemas de ocupación, pero si acumulación de personas durante los cambios de horas de clases al ingreso del edificio.	1	1	1	2	5	0,30			(Ver Anexo No.17 "Capacidad de Ocupación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental")

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja												
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil												
Riesgo												
Peligro/Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	Gravedad			Control riesgo			Medida preventiva/correctiva	
					3	2	1	5	4	3		5	4	3
No disponer de cursos de capacitación	Falta de conocimiento o de capacidad en Seguridad Industrial para desarrollar el trabajo que se tiene encomendado	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas y equipos	Lesiones a las personas; daños a los equipos.	3	1	2	2	5	0,50		Personal Expuesto: impartir cursos referentes a Seguridad Industrial.
Trabajar en condiciones inseguras	Falta de reflexión y autocuidado	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones a las personas, atrapamiento y aplastamiento de miembros por la operación de maquinaria, equipos y herramientas (máquina universal) durante los ensayos de laboratorio.	3	1	1	2	5	0,45		Personal Expuesto: capacitar al personal sobre sus tareas específicas en trabajos de riesgos y utilización de equipos. Usar EPP de acuerdo a las tareas de trabajo.
Inexistencia o no cumplimiento del manual de procedimientos, de operación y mantenimiento	Falta de normas de trabajo o normas de trabajo inadecuadas	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas, equipos, ambiente (agua)	Lesiones a las personas, atrapamiento y aplastamiento de miembros por la operación de maquinaria, equipos y herramientas (máquina universal) durante los ensayos de laboratorio. Daños a equipos. Impacto ambiental por vertido de aceite en las alcantarillas.	3	2	2	2	5	0,58		Fuente: elaborar manuales de procedimiento para mantenimiento de equipos. Personal Expuesto: cumplir con los procedimientos de trabajo. (Ej. Disponer en un lugar seguro el densímetro nuclear, no en los pasillos, cumpliendo el respectivo procedimiento. Capacitar al personal sobre los procedimientos de trabajo.

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja										
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil										
		Riesgo			Gravedad			Control riesgo		
Peligro/Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	1	2	3	4	5	Medida preventiva/correctiva
Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo.	Hábitos de trabajo incorrectos	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Falta de eficiencia y eficacia en el trabajo.	1	2	2	5	0,35	Fuente: aplicar los criterios de las 5's.
Falta de señalización de lugares de trabajo o zonas de peligro.	Falta de señalización	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones a personas por la no señalización de zonas de peligro. Inadecuada circulación de peatones y operarios en los laboratorios.	3	1	2	5	0,50	Fuente: señalar los lugares de trabajo y las zonas de peligro (cuarto del generador hidromecánico, máquina universal) y sus riesgos (Ver Anexo No.19 "Mapas"-Mapa de identificación de riesgos en general), los pasadizos en el Laboratorio de Ensayo de Materiales para la circulación de peatones y operarios. Personal Expuesto: capacitar al personal sobre la señalización en áreas de trabajo.
Daño físico	Derrame	Riesgo laboral y daños derivados del trabajo	Personas	Lesiones a personar por el derrame de materiales.	3	1	1	5	0,40	Personal Expuesto: utilizar EPP (botas, gafas y guantes).
Exceso de polvos, gases, humos, olores, vapores, etc.	Contaminantes ambientales	Riesgos ambientales	Personas y equipos	Afección a la salud (presencia de polvo por los ensayos de laboratorio con tamizador). Daños a equipos (presencia de polvo, en el panel de control de equipos, máquina universal)	3	1	2	5	0,45	Fuente: Implementar un extractor de gases. Personal expuesto: usar EPP (mascarilla). Panel de control de la máquina universal debe estar protegido con un gabinete.
Ventilación inadecuada de polvos, gases, humos, olores, vapores, etc.	Ventilación	Riesgos ambientales	Personas	Falta de ventilación en ciertas zonas, durante determinados ensayos de laboratorio (presencia de polvo al realizar ensayos con el tamizador, máquina universal).	2	1	1	5	0,33	Fuente: mantener abiertas las ventoleras o construirías en los lugares donde aun no existen y se evidencia la necesidad de mayor ventilación.

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja													
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil													
Riesgo			Gravedad				Control riesgo		Medida preventiva/correctiva				
Peligro	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	V	N	d	Ve	Pp	Pc	Pr	Pd	
Residuos excesivos	Residuos	Riesgos ambientales	Personas y ambiente	Acumulación de residuos de hormigón de las prácticas de laboratorio.	1	2	1	1	5	0,33			Fuente: colocar recipientes para los residuos de hormigón. Señalizar el no consumo de alimentos en los laboratorios y colocar basureros identificados. Fuente: almacenamiento adecuado del aceite usado, y una correcta limpieza del sitio. Mantener registros de la entrega y disposición final de este residuo. Personal expuesto: capacitar a las personas que trabajan con este tipo de residuo sobre su disposición y manejo adecuado.
Disposición y almacenamiento de residuos peligrosos	Residuos	Riesgos ambientales	Ambiente (agua)	Contaminación del agua por vertido de aceite lubricante usado en la alcantarilla. Guapes manchados de aceite.	1	2	1	2	5	0,38			Fuente: cerrar la puerta del cuarto del generador hidromecánico, cuando este funcione. Colocar una puerta en el cuarto de cortadora de rocas. Señalar los riesgos que existen y especificar el EPP a utilizar de acuerdo al lugar de trabajo. Personal expuesto: usar EPP (tapones auditivos). Fuente: considerar la opción de mantener un ambiente térmico adecuado y de confort para los trabajadores. (Anexo No.8 "Mediciones de temperatura y humedad relativa")
Niveles de ruido excesivos	Ruido	Riesgos físicos	Personas	Afectación a la audición y confort del personal, debido a niveles altos de ruido por el funcionamiento del generador hidromecánico y máquina cortadora de rocas.	3	1	1	2	5	0,45			Fuente: verificar condiciones adecuadas de la válvula del cilindro de GLP, y la ubicación de este.
Altas o bajas temperaturas	Ambiente térmico	Riesgos físicos	Personas	Afectación al confort en el área de trabajo y salud de los trabajadores.	2	1	1	1	5	0,33			
Existencia de materiales combustibles o inflamables	Explosiones	Riesgos físicos	Personas, equipos y bienes	Ocasionar lesiones y accidentes graves al personal y afectaciones al edificio en general.	3	1	3	4	3	0,65			

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja											
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil											
Riesgo			Gravedad				Control riesgo				
Peligro/Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	V	N	P	Ve	Pp	Pr	Medida preventiva/correctiva
Exposición a niveles de radiación sobre los límites permisibles	Radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gama, electrones)	Riesgos físicos	Personas	Afectación a la salud (presencia del densímetro nuclear).	1	1	1	1	5	0,25	Fuente: mantener el densímetro nuclear en su resguardo, y en el cuarto correspondiente con acceso restringido. (Anexo No.11 "Mediciones de dosis de radiación") Medio Ambiente: medir la radiación cada seis (6) meses y llegar un registro. Personal expuesto: transportar el equipo adecuadamente y con su resguardo. Capacitación para el manejo adecuado de fuentes radioactivas.
Sobrepassar la capacidad de carga de los aparatos elevadores o de los vehículos industriales	Equipos de elevación y transporte	Riesgos mecánicos	Equipos	Daños a los ascensores por exceso de carga.	1	1	4	1	5	0,40	Fuente: Brindar mantenimiento continuo y resolver desperfectos. Señalizar la capacidad máxima del ascensor. La guardia se encargará de hacer respetar la carga máxima.

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja											
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil											
Riesgo			Gravedad				Control riesgo				
Peligro/Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	W	d	Ve	Pf	Pr	PO	Medida preventiva/correctiva
Uso de herramientas con especificaciones diferentes al diseño de los equipos	Máquinas, equipos y herramientas	Riesgos mecánicos	Personas y equipos	Lesiones a personas y daños a equipos por falta de mantenimiento.	2	1	3	2	5	0,48	Fuente: dar mantenimiento de acuerdo a las especificaciones del fabricante y al uso de los mismos. Mantener los registros. Personal Expuesto: capacitar al personal sobre el uso de manuales de equipos y procedimientos. Utilización de EPP.
Líneas eléctricas sin conexión a tierra	Contactos eléctricos e instalaciones eléctricas en mal estado o inadecuados	Riesgos eléctricos	Personas y equipos	Lesiones a personas. Daños a los equipos e instalaciones eléctricas.	3	1	3	3	4	0,60	Fuente: instalar una barra Copper/Vol, para conexión de equipos a tierra.
Inadecuadas o mal estado de instalaciones eléctricas, tableros eléctricos, etc.	Contactos eléctricos e instalaciones eléctricas en mal estado o inadecuados	Riesgos eléctricos	Personas y equipos	Daños a equipos e instalaciones eléctricas (tomacorrientes expuestos).	2	1	3	3	4	0,53	Fuente: señalización de acceso restringido y peligro. Colocación de protecciones. Personal expuesto: uso de EPP (guantes dieléctricos) y herramientas adecuadas.

CONTINUÍA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja														
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil														
Peligro/Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	Gravedad					Control riesgo			Medida preventiva/correctiva	
					5	4	3	2	1	Ve	Pp	Pr		o	d
Exposición y/o contacto con sustancias peligrosas	Sustancias peligrosas	Riesgos químicos	Personas	Afectación a la salud (compuestos de azufre).	2	1	1	2	5	0,38				Fuente: dar mantenimiento a la sorbona. Señalizar el riego de "Gases Tóxicos" (Ver Anexo No.19 "Mapas" -Mapa de identificación de riesgos en general-).Personal Expuesto: usar EPP (mascarilla). Medio ambiente: se recomienda realizar el almacenamiento del aceite lubricante usado en recipientes tapados, para su disposición con gestores autorizados por brindar este servicio. Personal expuesto: capacitar sobre disposición y adecuado manejo.
Inadecuado almacenamiento de sustancias peligrosas	Sustancias peligrosas	Riesgos químicos	Ambiente (agua)	Derrames y contaminación de las áreas de trabajo.	2	3	1	4	5	0,63				Fuente: instalar un sistema de evacuación de gases/vapores en las baterías higiénicas. Personal expuesto: uso de EPP (mascarilla, guantes, mandil) durante la limpieza de las baterías higiénicas.
Exposición y/o contacto con bacterias, hongos, parásitos, virus	Contaminación por bacterias, hongos y virus	Riesgos biológicos	Personas	Afectación a la salud por contaminación.	2	1	1	2	4	0,38				Fuente: incrementar la intensidad luminica para el cumplimiento de la normativa aplicable en la oficina y el cuarto de la cortadora de rocas. (Anexo No.10 "Mediciones de iluminación").
Falta de iluminación	Iluminación inadecuada	Riesgos ergonómicos	Personas	Fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes (caídas en las gradas ala este, por falta de iluminación).	2	1	1	1	5	0,33				

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja											
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil											
Peligro/Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	Gravedad			Control riesgo		Medida preventiva/correctiva	
					3	2	1	5	4		3
Adoptar posturas incorrectas durante el trabajo, sobre todo cuando se manejan cargas	Posturas incorrectas	Riesgos ergonómicos	Personas	Lesiones por el manejo de cargas pesadas sin la debida seguridad, para operarios y trabajadores.	3	1	1	5	0,40	Personal Expuesto: Uso de EPP (fajas de seguridad y botas de seguridad) durante la ejecución de trabajos que impliquen levantar o movilizar cargas pesadas. Fuente: Colocar una rampa para el acceso de discapacitados y tercera edad.	
Falta de medios de acceso para discapacitados	Accesibilidad	Riesgos ergonómicos	Personas	Dificultad de acceso de personas discapacitadas y de tercera edad, por falta de rampas	2	1	1	5	0,33	Fuente: se recomienda colocar una cobertura impermeable en la losa que recubre la cafetería. Implementación de canales de agua lluvia en la losa de la cafetería.	
Condiciones constructivas inadecuadas que posibilitan el estancamiento y/o filtración de agua	Humedad	Riesgos estructurales	Personas y bienes	Debilitación de la estructura (Filtración de agua lluvia en el tumbado y paredes de la Cafetería).	2	1	1	5	0,25	Fuente: desarrollar e implementar un proyecto de reforzamiento del edificio, para el cumplimiento de la norma sismo resistente.	
Condiciones constructivas inadecuadas	Resistencia y estabilidad	Riesgos estructurales	Personas, equipos, bienes y ambiente	El edificio no cumple con las normas de sismo-resistencia.	3	2	5	4	0,83	Fuente: ubicar el cilindro de GLP afuera de la cafetería con protección de rejillas.	
Presencia de combustibles o inflamables, etc.	Factores de riesgo que propician el surgimiento del incendio	Riesgo de incendio	Personas, equipos, bienes y ambiente	Lesiones a personas. Daños a los bienes, equipos e instalaciones (cilindro de GLP dentro de la cafetería).	3	2	4	4	0,68	Fuente: mantenimiento de las conexiones eléctricas.	
Generación de chispas de origen eléctrico	Factores de riesgo que propician el surgimiento del incendio	Riesgo de incendio	Personas, equipos, bienes y ambiente	Facilita el inicio de incendio.	3	2	2	4	0,68		

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja											
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil											
Riesgo					Gravedad						
Peligro/Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	3	2	1	3	4	5	
					Control riesgo						
					3	2	1	3	4	5	
					Medida preventiva/correctiva						
Falta de cursos de capacitación y entrenamiento en Seguridad Industrial	Factores de riesgo que posibilitan la propagación del incendio	Riesgo de incendio	Personas, equipos, bienes y ambiente	Falta de comunicación entre el personal de planta del edificio y de las brigadas de emergencia	3	2	3	4	5	0,73	Personal Expuesto: capacitar al personal de la planta en Seguridad Industrial y situaciones de emergencia.
Instalaciones de gas en mal estado	Factores de riesgo que posibilitan la propagación del incendio	Riesgo de incendio	Personas, equipos, bienes y ambiente	Incendio continúe propagándose.	3	1	3	3	4	0,60	Fuente: brindar mantenimiento a las instalaciones y accesorios de las conexiones de paso de gas.
Inexistencia de instalaciones, medios de extinción de incendios (cantidad necesaria, estado técnico, fiabilidad del funcionamiento) y fuerzas de combate de incendios (cantidad, preparación, planes de emergencia, implementación, simulacros)	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	Riesgo de Incendio	Personas, equipos, bienes y ambiente	Dificultades para extinguir un incendio, provocando lesiones a personas y daños a equipos, bienes, e instalaciones	4	1	3	4	5	0,73	Fuente: equipar la planta con equipos contra incendios de acuerdo a sus características específicas de materiales (Ver Anexo No.18 "Cálculo de extintores en función de la carga térmica"). Señalizar la ubicación de equipos contra incendio y vías de evacuación (Ver Anexo No.19 "Mapas" -Mapa de identificación de riesgos en general. Mapa de localización de medios técnicos para emergencias a implementarse-). Personal Expuesto: capacitar a los ocupantes sobre medios de extinción.
Falta de mantenimiento y planes de inspección del equipo contra incendios	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	Riesgo de Incendio	Personas, equipos, bienes y ambiente	Dificultades para extinguir un incendio, provocando lesiones a personas y daños a equipos, bienes, e instalaciones	3	1	3	4	5	0,65	Fuente: establecer planes de inspección y mantenimiento del equipo contra incendios.

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.16
 MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja													
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil													
		Riesgo					Gravedad						
Peligro/Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	Control riesgo			Medida preventiva/correctiva
										P ₁	P ₂	P ₃	
Falta de sistemas de aviso de alarmas	Factores de riesgo que dificultan la extinción del incendio	Riesgo de Incendio	Personas, equipos, bienes y ambiente	Propagación del incendio por falta de detectores de humo. Lesiones a personas y daños a equipos e instalaciones por falta de alarmas	4	2	4	4	5	0,85			Fuente: colocar detectores de humo y sistemas de alarma. Señalar la ubicación de la alarma (Ver Anexo No.19 "Mapas" -Mapa de localización de medios técnicos para emergencias a implementarse-).
Salidas de emergencia obstruidas	Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas o bienes materiales salvaguardados	Riesgo de Incendio	Personas y bienes	Dificultades durante la evacuación (gradas ala oeste obstaculizada con una estructura de madera)	4	1	4	4	5	0,78			Fuente: dejar libre de obstáculos los accesos a la planta, habilitar el acceso a las gradas ala oeste, retirando la estructura de madera (colocarla en un lugar que no constituya un obstáculo).
Inexistencia o inadecuados medios de evacuación	Factores de riesgo que obstaculizan la evacuación de personas o bienes materiales salvaguardados	Riesgo de Incendio	Personas y bienes	Dificultades durante la evacuación (Acceso principal a la planta eventualmente cerrada. Acceso por las gradas del ala oeste cerrada con candando. Botiquín de primeros auxilios sin provisiones	4	1	4	4	5	0,78			Fuente: habilitar el acceso principal a la planta y señalar las vías de evacuación y salidas de emergencia (la evacuación de esta planta será dirigida al Mezzanine) (Ver Anexo No.19 "Mapas" -Mapa de señalización de evacuación a implementarse. Mapa de usted está aquí – Vías de evacuación-). Personal Expuesto: capacitar sobre las vías de evacuación.

CONTINUA...

CONTINUACIÓN
TABLA 5.16
MATRIZ DE RIESGOS APELL (40%) – PLANTA BAJA

Área de riesgo: planta baja												
Operación: Ensayos de Laboratorio de Ingeniería Civil												
Riesgo			Gravedad			Control riesgo						
Peligro/Amenaza	Factor de riesgo	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	V ₁	M	d	V _e	P _b	P _r	P _o	Medida preventiva/correctiva
Inadecuada administración	Falta de organización, no intervención de brigadas ni de equipos externos	Riesgo de Incendio	Personas y bienes	Incapacidad para tomar acciones en caso de emergencia	4	1	4	2	5	0,68		Fuente: organizar y elaborar procedimientos para cada caso de emergencia así como también comunicar los contactos, ruta y teléfonos de las dependencias del Cuerpo de Bomberos y demás casas de asistencia. Comunicar colocando hojas de información en carteleras. <u>Personal Expuesto</u> : capacitar a los ocupantes sobre este tema.

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
 ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Considerando los valores de la gravedad, probabilidad y prioridad expuestos en la Tabla 5.16 se procede a sumar los valores expuestos de prioridad de todos los factores de riesgos existentes (cincuenta) y se obtiene el valor del sumatorio de prioridades (caso: ejemplo planta baja).

$$\text{Sumatorio de prioridades} = 18,93$$

Luego, se calcula el valor del sumatorio de prioridades máximo, considerando el número de factores de riesgos totales estimados para la planta baja (cincuenta) por el valor de $Pr_{\text{máxima}}$, cuyo valor es 1,2 (Ver Tabla 5.15).

$$\text{Sumatorio de prioridades máximo} = 50 \times 1,2 = 60,00$$

Ya que la matriz de riesgos corresponde al 40% del total de la valoración de la Metodología Apell, se aplica un factor de conversión para determinar el valor del porcentaje a ser asignado para la valoración de la matriz de riesgos de la planta baja, tomado como ejemplo. Por lo tanto, se procede a calcular el porcentaje que representa el valor del sumatorio de prioridades (18,93) en función del sumatorio de prioridades máximo (60,00), como se expone a continuación.

$$\% \text{ Matriz de riesgos Planta Baja} = \frac{18,93}{60,00} \times 40\% = 12,62\%$$

5.1.4.2 Matriz de gestión en seguridad, salud y ambiente (20%)

La siguiente matriz a considerarse dentro de la Metodología Apell es la matriz de gestión en seguridad, salud y ambiente que corresponde al 20% del total de la valoración de la Metodología Apell.

Esta matriz consiste en una encuesta con preguntas afines al tema de seguridad, salud y ambiente y se calificó con SI (0), PARCIALMENTE (0,5) y NO (1). Posteriormente se sumaron las calificaciones de la encuesta y se valoró la matriz, mediante la Tabla 4.15 del Capítulo 4. El puntaje total obtenido para la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental corresponde a 21 puntos, lo que significa un porcentaje a asignar del 20%.

En la Tabla 5.17 se desarrolla la matriz de gestión en seguridad, salud y ambiente de la Metodología Apell para la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

TABLA 5.17

MATRIZ DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE (20%)

PLANTA BAJA

SEGURIDAD	SI (0)	PARCIALMENTE (0,5)	NO (1)
Posee una política de seguridad industrial, salud y ambiente escrita y divulgada entre trabajadores y otras partes interesadas.			1
Cuenta con un programa de seguridad, salud y ambiente.			1
Cuenta con procedimientos para verificar el cumplimiento del programa de seguridad, salud y ambiente (efectividad en términos de cumplimiento de objetivos, metas e indicadores, auditorías, revisiones periódicas).			1
Cuenta con un procedimiento escrito para responder a las inquietudes de la comunidad sobre las actividades de la organización.			1
Cuenta con un manual de seguridad y éste incluye prácticas seguras de operación.			1
Cuenta con metodologías para evaluar y valorar los riesgos de la organización.			1
Cuenta con planos detallados de la construcción, instalaciones eléctricas, aguas lluvias, negras e industriales, sistemas de prevención (alarmas, rutas de evacuación y salidas de emergencias).			1
Cuenta con un programa de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.			1
Cuenta con un plan de emergencia y contingencia para responder a situaciones como la alteración de las condiciones normales de operación por agentes externos, fallas en equipos, fallas en el personal o eventos naturales.			1
Tiene conformadas las brigadas de emergencia.			1
Tiene programas de entrenamiento para las brigadas de emergencia, con simulacros periódicos de atención médica.			1

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.17

MATRIZ DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE (20%)

PLANTA BAJA

SEGURIDAD	SI (0)	PARCIALMENTE (0,5)	NO (1)
Existe un programa de entrenamiento básico en seguridad, salud ocupacional y protección ambiental para nuevos empleados y de refuerzo para empleados antiguos.			1
La organización tiene identificadas las labores de alto riesgo en las que una falla humana podría generar un accidente o incidente.			1
Todos los productos químicos se encuentran identificados conforme a las normas nacionales o internacionales, en lo relacionado con sus riesgos y poseen la correspondiente hoja de seguridad.			1
Cuenta con equipos de protección y/u otras medidas de seguridad donde sea aplicable.		0,5	
AMBIENTE	SI (0)	PARCIALMENTE (0,5)	NO (1)
Tiene identificada la normativa legal aplicable a la organización en temas de seguridad, salud y ambiente y se cumple.			1
Existe la presencia de emisiones y desechos, con el debido control.		0,5	
Se han establecido planes de reducción de emisiones y desechos.			1
SALUD	SI (0)	PARCIALMENTE (0,5)	NO (1)
Los trabajadores se involucran en la elaboración de procedimientos tendientes a lograr un ambiente laboral sano y seguro.			1
Tiene identificados los riesgos por tareas y son conocidos por los trabajadores.			1
Tiene un método para seleccionar los equipos de seguridad y de protección personal de acuerdo con los riesgos en los puestos de trabajo.			1
TOTAL (20%)		20	

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

5.1.4.3 Matriz de aspectos ambientales (20%)

La matriz de aspectos ambientales corresponde al 20% del total de la valoración de la Metodología Apell. Esta matriz consiste en una encuesta con preguntas afines al tema ambiental y se calificó con VERDADERO (1) y FALSO (0). Posteriormente, se sumaron las calificaciones de la encuesta y se valoró la matriz mediante la Tabla 4.17 del Capítulo 4. El puntaje total obtenido para la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental corresponde a 9 puntos, lo que equivale a un porcentaje del 15%.

En la Tabla 5.18 se desarrolla la matriz de aspectos ambientales de la Metodología Apell para la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

TABLA 5.18

MATRIZ DE ASPECTOS AMBIENTALES (20%) PLANTA BAJA

EMISIONES ATMOSFÉRICAS	VERDADERO (1)	FALSO (0)
Las emisiones esperadas contienen sustancias que se encuentran clasificadas como peligrosas o presentan características peligrosas.	1	
Las emisiones esperadas contienen sustancias generadoras de olores ofensivos.	1	
La organización no cuenta con tecnologías de reducción en la fuente, aprovechamiento o sistemas de tratamiento de las emisiones, tales que garanticen el cumplimiento de la normatividad vigente.	1	
VERTIMIENTOS	VERDADERO (1)	FALSO (0)
Los vertimientos esperados contienen sustancias que se encuentran clasificadas como peligrosas o presentan características peligrosas.	1	
Los vertimientos contienen sustancias generadoras de olores ofensivos.		0
La organización no cuenta con tecnologías de reducción en la fuente, aprovechamiento o sistemas de tratamiento de los vertimientos, tales que garanticen el cumplimiento de la normatividad vigente.	1	
RESIDUOS SÓLIDOS Y/O LODOS	VERDADERO (1)	FALSO (0)
Los residuos sólidos esperados contienen sustancias que se encuentran clasificadas como peligrosas o presentan características peligrosas.		0
Los residuos sólidos contienen sustancias generadoras de olores ofensivos.		0
La organización no cuenta con tecnologías de reducción en la fuente, reciclaje o reutilización.	1	

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.18

MATRIZ DE ASPECTOS AMBIENTALES (20%) PLANTA BAJA

La organización no cuenta con servicios de transporte y disposición para los residuos que contienen sustancias peligrosas.	1	
RUIDO	VERDADERO (1)	FALSO (0)
La organización cuenta con máquinas y/o equipos generadores de ruido ambiental.	1	
La organización no cuenta con tecnologías de reducción en la fuente, aislamiento o reducción de ruido, tales que garanticen el cumplimiento de la normatividad vigente.	1	
TOTAL (15%)	9	

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

5.1.4.4 Matriz de otros aspectos (20%)

El primer aspecto, “**relación entre el área de amortiguamiento y el área del establecimiento** (edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN)” se calificó según la Tabla 4.18 del Capítulo 4, obteniéndose una calificación de 3%. Esta calificación corresponde a una relación de áreas del 34%, obtenida en la Tabla 5.19 a partir de los cálculos correspondientes.

TABLA 5.19

CÁLCULO DE LA RELACIÓN ENTRE EL ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO Y EL ÁREA DEL ESTABLECIMIENTO

Nombre de las plantas del edificio	Área (m ²)	Área del establecimiento (m ²)
Planta baja	1192	9260
Mezzanine	640	
Primer piso	1068	
Segundo piso	1060	
Tercer piso	1060	
Cuarto piso	1060	
Quinto piso	1060	
Sexto piso	1060	

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.19

CÁLCULO DE LA RELACIÓN ENTRE EL ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO Y EL ÁREA DEL ESTABLECIMIENTO

Nombre de las plantas del edificio	Área (m ²)	Área del establecimiento (m ²)
Terraza	1060	
Nombre de Áreas de amortiguamiento	Área (m ²)	Área de amortiguamiento (m ²)
Parque ubicado detrás del edificio de Hidráulica	559	3178
Parque ubicado detrás del edificio de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental	1033	
Área verde detrás del edificio de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental	176	
Parqueadero de la Facultad de Ciencias Administrativas	211	
Estacionamiento de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental e Instituto Geofísico	1199	
Relación: Área de amortiguamiento/Área del establecimiento	Resultado	Porcentaje
3178 / 9260	0,34	34%

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El segundo aspecto, “**uso del suelo del sitio de ubicación**” se calificó según la Tabla 4.19 del Capítulo 4, obteniéndose una calificación de 1,75%. Esta calificación corresponde al uso del suelo residencial, acorde al Anexo No.3 “Mapa, uso de suelo principal en el Distrito Metropolitano de Quito”.

El tercer aspecto, “**cumplimiento de la Norma Sismo-resistente**” se calificó según la Tabla 4.20 del Capítulo 4, obteniéndose una calificación de 7%. Esta calificación corresponde al incumplimiento de la Norma Sismo-resistente del Código Ecuatoriano de la Construcción 2000 (Ver Anexo No.4).

En la Tabla 5.20 se sumaron las calificaciones de los tres aspectos y se obtuvo una valoración del 11,75% para la matriz de otros aspectos dentro de la Metodología Apell, para todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

TABLA 5.20**OTROS ASPECTOS (20%) PARA TODOS LOS PISOS DEL EDIFICIO**

Según sea la relación áreas de amortiguamiento/área del establecimiento	3,00 %
Según el uso del suelo del sitio de ubicación	1,75 %
Según cumplimiento de la Norma Sismo-resistente	7,00 %
TOTAL	11,75 %

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En el Anexo No.15 “Metodología Apell” se presenta el desarrollo de las matrices de la Metodología Apell para las plantas faltantes del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

En la Tabla 5.21 se exponen los resultados de la Metodología Apell, para cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, de acuerdo a la evaluación del riesgo que se encuentra en la Tabla 4.21 y la ecuación 4.3 del Capítulo 4.

TABLA 5.21**RESULTADOS DE LA METODOLOGÍA APELL**

Nombre de las plantas del edificio	Matriz de riesgos 40%	Gestión en seguridad, salud y ambiente 20%	Aspectos ambientales 20%	Otros aspectos 20%	Total (%)	Evaluación del riesgo
Planta baja	12,62	20,00	15,00	11,75	59	Riesgo medio
Mezzanine	16,51	20,00	15,00	11,75	63	Riesgo medio
Primer piso	16,31	20,00	15,00	11,75	63	Riesgo medio
Segundo piso	16,33	20,00	10,00	11,75	58	Riesgo medio
Tercer piso	17,19	20,00	10,00	11,75	59	Riesgo medio
Cuarto piso	16,59	20,00	10,00	11,75	58	Riesgo medio
Sexto piso	17,30	20,00	10,00	11,75	59	Riesgo medio
Terraza	17,62	20,00	20,00	11,75	69	Riesgo alto

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Se obtuvo un **riesgo medio** para las siguientes plantas del edificio: planta baja, mezzanine, primer piso, segundo piso, tercer piso, cuarto piso, quinto piso y sexto piso, resultado del análisis de las matrices de riesgos, gestión en seguridad, salud y ambiente, aspectos ambientales y otros aspectos de la Metodología Apell.

Las actividades llevadas a cabo en las plantas del edificio mencionadas anteriormente son consideradas de riesgo medio para la salud y/o ambiente, dentro del entorno y con las características actuales que se desarrollan.

Es importante mencionar que la planta baja, mezzanine y primer piso se encuentran en el límite entre riesgo medio y riesgo alto, lo que indicaría una tendencia a subir de categoría. Por lo tanto, la organización de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, debe priorizar las acciones correctivas a desarrollarse en estas plantas.

Se determinó un **riesgo alto** para la salud y/o el ambiente, dentro del entorno y características actuales en las que se desarrollan las actividades de la terraza. Entre las principales medidas correctivas que se deben considerar para esta planta, se tienen: implementar señalización, mantener orden y limpieza, utilizar EPP, mejorar la iluminación en los accesos al área, colocar equipos contra incendios, establecer planes de inspección y mantenimiento del equipo.

5.1.5 ESTIMACIÓN Y VALORACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE EL MÉTODO DE GREENER

5.1.5.1 Tipo de edificación

El edificio está constituido por ocho plantas separadas entre ellas (planta baja, mezzanine, primer piso, segundo piso, tercer piso, cuarto piso, quinto piso y sexto piso).

De acuerdo a la Tabla 4.22 del Método Gretener expuesto en el Capítulo 4 se dedujo que el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental corresponde a la clasificación “A MACIZA”, en vista que el edificio es de hormigón armado y presenta en su mayoría, células cortafuego con áreas menores a 200 m².

Por lo expuesto y de acuerdo a la Tabla 4.22 del Capítulo 4 se clasificó al edificio como tipo de construcción Z.

5.1.5.2 Exposición al riesgo de incendio (B)

5.1.5.2.1 Carga de incendio mobiliaria Q_m : (factor q) (unidad: MJ/m²)

La carga de incendio mobiliaria (Q_m) se calculó para todas las áreas de las plantas del edificio, utilizando la ecuación 2.1 del Capítulo 2. Las áreas más importantes y representativas consideradas en el análisis del riesgo de incendio del edificio son: Aula 301, Aula 405, Secretaría General de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Biblioteca Jorge Moncayo, Departamento de Sismología y Laboratorio de Física (primer piso). En la Tabla 5.22 se presentan las cargas de incendio mobiliarias calculadas para las áreas ya mencionadas.

TABLA 5.22

CARGAS DE INCENDIO MOBILIARIAS PARA ÁREAS ESPECÍFICAS (AULA 405, AULA 301, SECRETARÍA GENERAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL, BIBLIOTECA, DEPARTAMENTO DE SISMOLOGÍA Y LABORATORIO DE FÍSICA) DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Nombre del área	Material	Poder calorífico (MJ/kg)	Cantidad (kg)	Área	Carga de incendio mobiliaria (MJ/m ²)
Aula 405	madera	18,39	1429,20	106,65	246,44
	plástico	37,62	79,60	106,65	28,08

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.22

CARGAS DE INCENDIO MOBILIARIAS PARA ÁREAS ESPECÍFICAS (AULA 405, AULA 301, SECRETARÍA GENERAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL, BIBLIOTECA, DEPARTAMENTO DE SISMOLOGÍA Y LABORATORIO DE FÍSICA) DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Nombre del área	Material	Poder calorífico (MJ/kg)	Cantidad (kg)	Área	Carga de incendio mobiliaria (MJ/m ²)
Total					274,52
Aula 301	madera	18,39	871,68	63,96	250,63
	plástico	37,62	57,60	63,96	33,88
	Total				284,51
Secretaría General de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental	madera	18,39	151,20	63,96	43,47
	papel	17,56	5550,00	63,96	1523,73
	plástico	37,62	191,85	63,96	112,84
	Total				1680,05
Biblioteca Jorge Moncayo	madera	18,39	477,60	119,65	73,41
	papel	17,56	39600,00	119,65	5811,75
	Total				5885,16
Departamento de Sismología	madera	18,39	2937,36	106,65	506,50
	papel	17,56	1170	106,65	192,64
	plástico	37,62	52	106,65	18,34
	Total				717,48
Laboratorio de Física (primer piso)	madera	18,39	594,00	281,86	38,76
	papel	17,56	7,02	281,86	0,44
	Gas	46,1	15,00	281,86	2,45
	plástico	37,62	265,20	281,86	35,40
	Total				77,04

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

La mayor carga de incendio mobiliaria corresponde a la Biblioteca Jorge Moncayo con 5885,16 MJ/m². Esta carga de incendio mobiliaria se asemeja a una actividad de "Archivo" de acuerdo al Anexo No.5 "Cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades", cuyos valores asignados son los siguientes:

Carga de incendio mobiliaria (Qm) = 4200 MJ/m²

Factor de la carga térmica mobiliaria (q) = 1,9

Factor de combustibilidad (c) = 1,2

Factor del peligro de humo (r) = 1,0

Factor del peligro de corrosión y toxicidad (k) = 1,0

Peligro de activación (A) = 0,85

5.1.5.2.2 Carga térmica inmobiliaria Q_i : (factor i)

Dado que la parte fundamental de la construcción es hormigón, se estimó que la estructura portante, fachadas y cubierta son incombustibles, y se valoró al factor “ i ” con un valor de 1,0 de acuerdo a la Tabla 4.24 del Capítulo 4.

5.1.5.2.3 Nivel de la planta respecto a la altura útil del edificio E : (factor e)

El edificio está constituido por planta baja, mezzanine, primer piso a sexto piso, cada una con una altura de 2,97 metros; por lo tanto, se estimó una cota $E+ \leq 25\text{m}$, y se valoró un factor “ e ” de 1,90 de acuerdo a la Tabla 4.26 del Capítulo 4.

5.1.5.2.4 Superficie del compartimento cortafuego “ AB ” y su relación longitud/anchura “ $l:b$ ”: (factor g)

Al tratarse de un tipo de construcción Z, el compartimento cortafuego se extiende a toda la planta, cuyas dimensiones son:

$$l = \text{longitud} = 52,00 \text{ m}$$

$$b = \text{ancho} = 20,00 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$AB = l*b = (52,00\text{m})*(20,00\text{m}) = 1040 \text{ m}^2.$$

$$l:b = l/b = 52,00\text{m}/20,00\text{m} = 2,6:1 = 3:1$$

En la Tabla 4.27 (Capítulo 4), para una relación l:b de 3:1, el área intermedia entre 870 m² y 1150 m² es 1065 m²; por consiguiente el área de 1040 m² tiende al área de 870 m². Se valoró un factor “g” de 0,50 según la Tabla 4.27.

5.1.5.2.5 Peligro potencial (P)

El peligro potencial relacionado a los peligros inherentes al contenido y al edificio se calculó de acuerdo a la ecuación 4.5 del Capítulo 4.

$$P = 1,90 * 1,20 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 1,90 * 0,50 = 2,27$$

5.1.5.3 Medidas de protección (M)

5.1.5.3.1 Medidas normales (N): (factores n1, n2, n3, n4, n5)

Los factores de n1 a n5 se estimaron de acuerdo a la Tabla 4.28 del Capítulo 4 y a la información del Capítulo 3.

a) Extintores portátiles (n1)

El edificio no cumple con la normativa nacional e internacional para extintores portátiles en cuanto a cantidad, tipo, distancias, ubicación, control y mantenimiento. Los extintores portátiles se estimaron como “insuficientes, valorando al factor n1 con 0,90.

b) Bocas de incendio equipadas BIE's (hidrantes interiores) (n2)

Dentro del edificio no existen bocas de incendio equipadas, por lo que se estimaron como inexistentes, valorando al factor n2 con 0,80.

c) Fiabilidad de aportación de las fuentes de agua para extinción (n3)

En vista de que el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental dispone de una cisterna de apenas 32 m³ de agua que se bombean con un motor eléctrico de aproximadamente 3 HP, se valoró al factor de fiabilidad de aportación de agua (n3) con 0,6.

d) Distancias a los hidrantes exteriores (longitud de los conductos para transporte de agua) (n4)

El hidrante más cercano al edificio se encuentra dentro de la propia universidad (EPN), aledaño al CICAM. La distancia entre dicho hidrante y la entrada principal al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental es de 128 m. aproximadamente, por lo que se estimó una longitud de manga mayor a 100 m., y se valoró al factor “n4” con 0,90.

e) Personal instruido en materia de extinción de incendios (n5)

El personal capacitado en control de incendios se estimó inexistente, y se valoró al factor “n5” con 0,80.

Las **medidas de protección normales** se calcularon con la ecuación 4.7 del Capítulo 4 y los valores de los factores determinados anteriormente.

$$N = 0,90 \times 0,80 \times 0,60 \times 0,90 \times 0,80 = 0,31$$

5.1.5.3.2 Medidas especiales (S): (factores s1, s2, s3, s4, s5, s6)

Los factores de s1 a s6 se estimaron de acuerdo a la Tabla 4.29 del Capítulo 4, y la información del Capítulo 3.

a) Detección del fuego (s1)

La Escuela Politécnica Nacional dispone de un sistema de vigilancia (empresa privada), que presta servicio de guardianía y rondas continuas en el edificio de estudio durante todos los días de la semana. Por lo tanto, el factor de detección de fuego se estimó con un valor de 1,05 (s1).

b) Transmisión de la alarma (s2)

El edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) no dispone de un sistema de alarmas de detección de fuego. Por lo tanto, el factor “s2” se valoró con 1,0.

c) Disponibilidad de bomberos (cuerpos oficiales de bomberos y bomberos de empresa) (s3)

El edificio de Ingeniería Civil y Ambiental cuenta con la unidad del Cuerpo de Bomberos del D.M.Q ubicada en las calles Veintimilla y Reina Victoria, como la más cercana a la universidad EPN y se puede contactar vía línea telefónica. El Cuerpo de Bomberos al que se hace referencia se estima de Categoría 4 o Centro de “refuerzo B”. Por lo expuesto, se estima un valor de 1,35 (s3) de acuerdo a la Tabla 4.29 (Capítulo 4). El tiempo estimado de llegada de los bomberos al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental es de diez minutos.

d) Tiempo para la intervención de los cuerpos de bomberos oficiales (s4)

La unidad del Cuerpo de Bomberos del D.M.Q. más cercana se encuentra en las calles Veintimilla y Reina Victoria (ciudad de Quito-Ecuador), aproximadamente a una distancia de recorrido hacia la universidad de 1 700 metros, con un tiempo de intervención máximo de diez (10) minutos durante horas pico de congestión vehicular, después de haber realizado la llamada de emergencia. Por lo tanto, al factor “s4” se valoró con 1,00.

En la Figura 5.3 se presenta la ruta de intervención de la unidad del Cuerpo de Bomberos del D.M.Q. más cercana a la Escuela Politécnica Nacional (EPN), señalada con una línea de color verde con flechas rojas que indican el sentido del recorrido.

FIGURA 5.3

RUTA DE INTERVENCIÓN DEL CB-DMQ A LA EPN



- : Unidad del Cuerpo de Bomberos
- ➔ : Señalización del sentido del recorrido

FUENTE: www.googleearth.com

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

e) Instalaciones de extinción (s5)

El edificio no dispone de un sistema de rociadores automáticos, a excepción de dos aulas del quinto piso (actualmente este piso se encuentra sin uso). Por lo tanto, estas instalaciones de extinción se estimaron inexistentes, y se valoró al factor “s5” con 1,00.

f) Instalaciones de evacuación de calor y de humo (s6)

El edificio no dispone de ninguna instalación de evacuación de calor y de humo, por lo que se estimaron como inexistentes, y se valoró al factor “s6” con 1,00.

Las **medidas de protección especiales** se calcularon con la ecuación 4.8 del Capítulo 4 en función de los valores para cada factor determinados anteriormente.

$$S = 1,05 \times 1,00 \times 1,35 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 = 1,42$$

5.1.5.3.3 *Medidas de protección inherentes a la construcción (F): (factores f1, f2, f3, f4)*

Los factores f1 a f4 se estimaron y valoraron de acuerdo a la Tabla 4.30 del Capítulo 4.

a) Resistencia al fuego de la estructura portante del edificio (f1)

Los muros de hormigón sin revestir del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, tienen un espesor de doce centímetros, con una resistencia al fuego de noventa minutos RF90, de acuerdo a la Tabla 5.23, por lo que se estimó un valor de 1,30 para el factor “f1”.

TABLA 5.23

RESISTENCIA AL FUEGO DE MUROS DE HORMIGÓN SIN REVESTIR

Espesor del muro en cm	10	12	14	16	20	25	30
Resistencia al fuego (RF)	60	90	120	180	180	240	240

FUENTE: TECNICSUPPORT, <http://www.tecnicsuport.com>⁵⁶

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

b) Resistencia al fuego de las fachadas (f2)

La altura de la planta es de 2,97 m. y la altura de las ventanas es de 1,90 m. Por lo tanto, el edificio si cumple con la condición de que la altura de las ventanas debe ser menor o igual a las dos terceras partes de la altura de la planta (1,90 m. < 1,98 m.). La fachada del edificio también es de hormigón armado, por lo que se estimó una resistencia al fuego de noventa minutos (RF90) y se valoró al factor “f2” con 1,15.

c) Resistencia al fuego de las separaciones entre plantas teniendo en cuenta las comunicaciones verticales (f3)

El edificio de Ingeniería Civil y Ambiental consta de ocho pisos, cuya construcción es de tipo Z con una resistencia térmica RT90 y cuyas gradas son de hormigón. El factor “f3” se valoró con 1,30.

d) Dimensión de las células cortafuegos, teniendo en cuenta las superficies vidriadas utilizadas como dispositivo de evacuación del calor y del humo (f4)

Como ejemplo de cálculo se consideró el aula 405, cuya área (AZ) es de 106,5 m² con un área vidriada (AF) de 19 m². La relación AF/AZ corresponde a un valor de 0,18. El porcentaje de la relación AF/AZ se estimó mayor al 10% para un área de célula cortafuego menor a 200 m² y se valoró al factor “f4” con 1,20, de acuerdo a la Tabla 4.30.

Las **medidas de protección inherentes a la construcción** se determinaron con la ecuación 4.9 del Capítulo 4 y los valores de los factores determinados anteriormente.

$$F = 1,30 \times 1,15 \times 1,30 \times 1,20 = 2,33$$

Las **medidas de protección** se determinaron con la ecuación 4.6 del Capítulo 4.

$$M = 0,31 \times 1,42 \times 1,94 = 1,03$$

La **exposición al riesgo de incendio (B)** del edificio se calculó con la ecuación 4.4 del Capítulo 4.

$$B = \frac{P}{M} = \frac{2,17}{1,03} = 2,11$$

5.1.5.4 Riesgo de incendio efectivo (R)

El riesgo de incendio efectivo se calculó de acuerdo a la ecuación 4.10 del Capítulo 4.

$$R = B \times A = 2,11 \times 0,85 = 1,79$$

5.1.5.5 Riesgo de incendio aceptado (Ru)

De acuerdo a la información del Anexo No.17 “Capacidad de ocupación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental” se determinó que el compartimiento cortafuego que se debe considerar es el tercer piso, debido a al número máximo de ocupación real de 224 personas, constituyendo el piso de mayor ocupación, es decir, existe mayor riesgo para las personas, en caso de incendios.

La exposición al riesgo de incendio de las personas en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se estimó de categoría $P=1$, ya que corresponde a un establecimiento educativo. Por consiguiente, $P_{H,E}$ se valoró con 0,60 de acuerdo a la Tabla 4.31 del Capítulo 4.

El **riesgo de incendio aceptado** se calculó con la ecuación 4.11 del Capítulo 4.

$$R_u = R_n \times P_{H,E} = 1,30 \times 0,60 = 0,78$$

5.1.5.6 Nivel de seguridad contra el incendio

El **coeficiente de seguridad contra incendios** se determinó con la ecuación 4.12 del Capítulo 4.

$$\gamma = \frac{R_u}{R} = \frac{0,78}{1,79} = 0,44$$

De acuerdo a la Tabla 4.32 del Capítulo 4 se determinó el coeficiente de seguridad contra incendios " γ " como insuficiente. Por lo tanto, es necesario formular nuevos conceptos de protección mejor adaptados al riesgo de incendio del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

5.1.5.7 Propuesta de implementación

Para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se obtuvo un coeficiente de seguridad contra incendios insuficiente de 0,44 ($\gamma < 1,00$). Con el propósito de disminuir el riesgo de incendio, se propone la implementación de las siguientes medidas preventivas:

1. Extintores portátiles de acuerdo a la carga térmica del edificio y áreas críticas, utilizando normas técnicas aplicables como la NFPA 10.
2. Bocas de incendio equipadas (BIE's) en la primera planta del edificio (planta baja), de acuerdo al Reglamento de Prevención de Incendios CB-DMQ.
3. Incremento de la capacidad de la cisterna existente en la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, con sistema de bombeo fiable e independiente de la red eléctrica (generador a diesel).
4. Personal instruido en la extinción contra incendios.
5. Transmisión de alarma desde un puesto de control.
6. Formación de la brigada contra incendios del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.
7. Instalación de sistemas contra incendio automáticos de CO₂ en las áreas administrativas, biblioteca y centros de cómputo.

Considerando las medidas planteadas anteriormente se alcanza un coeficiente de seguridad contra incendios aceptable de 1,92 cuya hoja de cálculo se presenta en el Tabla 5.24.

La propuesta mencionada contiene los principales requerimientos considerados en el Método de Gretener, para disminuir el riesgo de incendio del edificio.

Sin embargo, se requiere de una propuesta económicamente rentable para la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, que considere las medidas de mayor prioridad encaminadas a minimizar el riesgo de incendio del edificio. Los requerimientos mínimos propuestos son:

1. Extintores portátiles de acuerdo a la carga térmica del edificio y áreas críticas, utilizando normas técnicas aplicables como la NFPA 10.
2. Bocas de incendio equipadas (BIE's) en la primera planta del edificio (planta baja), de acuerdo al Reglamento de Prevención de Incendios CB-DMQ.
3. Incremento de la capacidad de la cisterna existente en la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, con sistema de bombeo fiable e independiente de la red eléctrica (generador a diesel).
4. Personal instruido en la extinción contra incendios.
5. Transmisión de alarma desde un puesto de control.
6. Formación de la brigada contra incendios del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

Los requerimientos mínimos propuestos permiten obtener un coeficiente de seguridad contra incendios aceptable de 1,42 para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. La hoja de cálculo para la obtención del coeficiente de seguridad se presenta en el Tabla 5.25.

TABLA 5.24

HOJA DE CÁLCULO DE GREENER – VARIANTE PROPUESTA

HOJA DE CÁLCULO DE GREENER					
Edificio: Ingeniería Civil y Ambiental		Lugar: EPN - Campus Rubén Orellana		Calle: Ladrón de Guevara E11 - 253, Quito - Ecuador	
Parte del edificio: Todo el edificio		VARIANTE ACTUAL		VARIANTE PROPUESTA	
Compartimento: Todo el edificio Tipo de edificio: Z		$l = 52,00 \text{ m}$ $b = 20,00 \text{ m}$ $AB = 1040 \text{ m}^2$ $l:b = 3:1$		$l = 52,00 \text{ m}$ $b = 20,00 \text{ m}$ $AB = 1040 \text{ m}^2$ $l:b = 3:1$	
TIPO DE CONCEPTO					
q	Carga térmica mobiliaria	$Q_m(\text{MJ}/\text{m}^2) = 4800$	1,90	$Q_m(\text{MJ}/\text{m}^2) = 4800$	1,90
c	Combustibilidad		1,20		1,20
r	Peligro de humos		1,00		1,00
k	Peligro de corrosión		1,00		1,00
i	Carga térmica inmobiliaria		1,00		1,00
e	Nivel de la planta		1,90		1,90
g	Superficie del compartimento		0,50		0,50
P	PELIGRO POTENCIAL	$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g$	2,17	$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g$	2,17
n1	Extintores portátiles		0,90		1,00
n2	Hidrantes interiores. BIE		0,80		1,00
n3	Fuentes de agua-fiabilidad		0,60		1,00
n4	Conductos transporte agua		0,90		0,90
n5	Personal instruido en extinción		0,80		1,00
N	MEDIDAS NORMALES	$N = n1 \cdot n2 \cdot n3 \cdot n4 \cdot n5$	0,31	$N = n1 \cdot n2 \cdot n3 \cdot n4 \cdot n5$	0,90
s1	Detección de fuego		1,05		1,05
s2	Transmisión de alarma		1,00		1,05
s3	Disponibilidad de bomberos		1,35		1,45
s4	Tiempo para intervención		1,00		1,00
s5	Instalación de extinción		1,00		1,35
s6	Instalación evacuación de humo		1,00		1,00
S	MEDIDAS ESPECIALES	$S = s1 \cdot s2 \cdot s3 \cdot s4 \cdot s5 \cdot s6$	1,42	$S = s1 \cdot s2 \cdot s3 \cdot s4 \cdot s5 \cdot s6$	2,16
f1	Estructura portante	F90 & +	1,30	F <	1,30
f2	Fachadas	F90 & +	1,15	F <	1,15
f3	Forjados	F90	1,30	F <	1,30
	· Separación de plantas				
	· Comunicaciones verticales				
f4	Dimensiones de las células	AZ =	1,20	AZ =	1,20
	· Superficies vidriadas	AF/AZ =		AF/AZ =	
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN	$F = f1 \cdot f2 \cdot f3 \cdot f4$	2,33	$F = f1 \cdot f2 \cdot f3 \cdot f4$	2,33
B	Exposición al riesgo	$B = P / (N \cdot S \cdot F)$	2,11	$B = P / (N \cdot S \cdot F)$	0,48
A	Peligro de activación		0,85		0,85
R	RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO	$R = B \cdot A$	1,79	$R = B \cdot A$	0,41
P _{H,E}	Situación de peligro para las personas	H = 224	0,60	H = 224	0,60
Ru	Riesgo de incendio aceptado	P = 1 $Ru = 1,3 \cdot P_{H,E}$	0,78	P = 1 $Ru = 1,3 \cdot P_{H,E}$	0,78
Y	SEGURIDAD CONTRA INCENDIO	$y = Ru/R$	0,44	$y = Ru/R$	1,92
NOTAS:					

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 5.25

HOJA DE CÁLCULO DE GREENER – VARIANTE PROPUESTA RENTABLE

HOJA DE CÁLCULO DE GREENER					
Edificio: Ingeniería Civil y Ambiental		Lugar: EPN - Campus Rubén Orellana		Calle: Ladrón de Guevara E11 - 253, Quito - Ecuador	
Parte del edificio: Todo el edificio		VARIANTE ACTUAL		VARIANTE PROPUESTA FACTIBLE	
Compartimento: Todo el edificio Tipo de edificio: Z		l = 52,00 m b = 20,00 m AB = 1040 m ² l:b = 3:1		l = 52,00 m b = 20,00 m AB = 1040 m ² l:b = 3:1	
TIPO DE CONCEPTO					
q	Carga térmica mobiliaria	Qm(MJ/m ²) = 4800	1,90	Qm(MJ/m ²) = 4800	1,90
c	Combustibilidad		1,20		1,20
r	Peligro de humos		1,00		1,00
k	Peligro de corrosión		1,00		1,00
i	Carga térmica inmobiliaria		1,00		1,00
e	Nivel de la planta		1,90		1,90
g	Superficie del compartimento		0,50		0,50
P	PELIGRO POTENCIAL	$P = q*c*r*k*i*e*g$	2,17	$P = q*c*r*k*i*e*g$	2,17
n1	Extintores portátiles		0,90		1,00
n2	Hidrantes interiores. BIE		0,80		1,00
n3	Fuentes de agua-fiabilidad		0,60		1,00
n4	Conductos transporte agua		0,90		0,90
n5	Personal instruido en extinción		0,80		1,00
N	MEDIDAS NORMALES	$N = n1*n2*n3*n4*n5$	0,31	$N = n1*n2*n3*n4*n5$	0,90
s1	Detección de fuego		1,05		1,05
s2	Transmisión de alarma		1,00		1,05
s3	Disponibilidad de bomberos		1,35		1,45
s4	Tiempo para intervención		1,00		1,00
s5	Instalación de extinción		1,00		1,00
s6	Instalación evacuación de humo		1,00		1,00
S	MEDIDAS ESPECIALES	$S = s1*s2*s3*s4*s5*s6$	1,42	$S = s1*s2*s3*s4*s5*s6$	1,60
f1	Estructura portante	F90 & +	1,30	F <	1,30
f2	Fachadas	F90 & +	1,15	F <	1,15
f3	Forjados	F90	1,30	F <	1,30
	· Separación de plantas				
	· Comunicaciones verticales				
f4	Dimensiones de las células	AZ =	1,20	AZ =	1,20
	· Superficies vidriadas	AF/AZ =		AF/AZ =	
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN	$F = f1*f2*f3*f4$	2,33	$F = f1*f2*f3*f4$	2,33
B	Exposición al riesgo	$B = P / (N*S*F)$	2,11	$B = P / (N*S*F)$	0,65
A	Peligro de activación		0,85		0,85
R	RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO	$R = B*A$	1,79	$R = B*A$	0,55
P _{H,E}	Situación de peligro para las personas	H = 224	0,60	H = 224	0,60
		P = 1		P = 1	
Ru	Riesgo de incendio aceptado	$Ru = 1,3*P_{H,E}$	0,78	$Ru = 1,3*P_{H,E}$	0,78
Γ	SEGURIDAD CONTRA INCENDIO	$y = Ru/R$	0,44	$y = Ru/R$	1,42
NOTAS:					

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

5.1.6 MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA

En la Tabla 5.26 se presenta el desarrollo de la matriz de orden y limpieza para el segundo piso del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, incluida la calificación de la inspección del lugar, de acuerdo a los aspectos establecidos para cada área y rubro de la planta.

En el Anexo No.16 “Matriz de orden y limpieza” se presenta el desarrollo correspondiente para las demás plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

TABLA 5.26

MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA – SEGUNDO PISO

ÁREAS	RUBROS	SIN PUNTAJE	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	PUNTAJE
APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS							
OFICINAS DE PROFESORES	EQUIPOS DE CÓMPUTO (OFICINA 209)						
	La maquina/equipo debe estar limpia/o	0	2	4	6	8	8
	Libre de material extraño	0	1	3	5	7	7
	Debe tener resguardos correspondientes y en buenas condiciones	0	3	4	5	6	6
	Debe estar limpio el piso alrededor del equipo	0	2	4	6	8	8
	Condiciones adecuadas de suministro de energía	0	1	4	7	10	10
	EQUIPOS DE CÓMPUTO (OFICINA 210)						
	La maquina/equipo debe estar limpia/o	0	2	4	6	8	8
	Libre de material extraño	0	1	3	5	7	7
	Debe tener resguardos correspondientes y en buenas condiciones	0	3	4	5	6	6
	Debe estar limpio el piso alrededor del equipo	0	2	4	6	8	8
	Condiciones adecuadas de suministro de energía	0	1	4	7	10	10

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.26

MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA – SEGUNDO PISO

ÁREAS	RUBROS	SIN PUNTAJE	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	PUNTAJE
APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS							
SECRETARÍA GENERAL, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	EQUIPOS DE CÓMPUTO						
	La maquina/equipo debe estar limpia/o	0	2	4	6	8	8
	Libre de material extraño	0	1	3	5	7	7
	Debe tener resguardos correspondientes y en buenas condiciones	0	3	4	5	6	6
	Debe estar limpio el piso alrededor del equipo	0	2	4	6	8	8
	Condiciones adecuadas de suministro de energía	0	1	4	7	10	10
SALA DE PROFESORES	TELEVISOR						
	La maquina/equipo debe estar limpia/o	0	1	2	3	4	4
	Libre de material extraño	0	1	2	3	4	4
	Debe tener resguardos correspondientes y en buenas condiciones	0	3	4	5	6	6
	Debe estar limpio el piso alrededor del equipo	0	1	2	3	4	4
	Condiciones adecuadas de suministro de energía	0	1	2	3	4	4
UNIDAD DE VINCULACIÓN CON EL MEDIO EXTERNO	EQUIPOS DE CÓMPUTO						
	La maquina/equipo debe estar limpia/o	0	2	4	6	8	8
	Libre de material extraño	0	1	3	5	7	7
	Debe tener resguardos correspondientes y en buenas condiciones	0	3	4	5	6	6
	Debe estar limpio el piso alrededor del equipo	0	2	4	6	8	8
	Condiciones adecuadas de suministro de energía	0	1	4	7	10	10
	PLOTTER						
	La maquina/equipo debe estar limpia/o	0	1	4	7	10	10
	Libre de material extraño	0	1	4	7	10	10
	Debe tener resguardos correspondientes y en buenas condiciones	0	1	4	7	10	10
	Debe estar limpio el piso alrededor del equipo	0	2	4	6	8	8
	Condiciones adecuadas de suministro de energía	0	1	4	7	10	10

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.26

MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA – SEGUNDO PISO

ÁREAS	RUBROS	SIN PUNTAJE	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	PUNTAJE
APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS							
DECANATO	EQUIPOS DE CÓMPUTO (SECRETARIA)						
	La maquina/equipo debe estar limpia/o	0	2	4	6	8	8
	Libre de material extraño	0	1	3	5	7	7
	Debe tener resguardos correspondientes y en buenas condiciones	0	3	4	5	6	6
	Debe estar limpio el piso alrededor del equipo	0	2	4	6	8	8
	Condiciones adecuadas de suministro de energía	0	1	4	7	10	10
	EQUIPOS DE CÓMPUTO (DECANATO)						
	La maquina/equipo debe estar limpia/o	0	2	4	6	8	8
	Libre de material extraño	0	1	3	5	7	7
	Debe tener resguardos correspondientes y en buenas condiciones	0	3	4	5	6	6
	Debe estar limpio el piso alrededor del equipo	0	2	4	6	8	8
	Condiciones adecuadas de suministro de energía	0	1	4	7	10	10
	EQUIPOS DE CÓMPUTO (SUBDECANATO)						
	La maquina/equipo debe estar limpia/o	0	2	4	6	8	8
	Libre de material extraño	0	1	3	5	7	7
	Debe tener resguardos correspondientes y en buenas condiciones	0	3	4	5	6	6
	Debe estar limpio el piso alrededor del equipo	0	2	4	6	8	8
	Condiciones adecuadas de suministro de energía	0	1	4	7	10	10
CONDICIONES LABORALES							
OFICINAS DE PROFESORES	OFICINA 209						
	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7
	OFICINA 210						
	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7
AULAS	AULA E1						
	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7
	AULA E2						
	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.26

MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA – SEGUNDO PISO

ÁREAS	RUBROS	SIN PUNTAJE	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	PUNTAJE
	AULA 206						
	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7
SECRETARÍA GENERAL, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7
SALA DE PROFESORES	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7
UNIDAD DE VINCULACIÓN CON EL MEDIO EXTERNO	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7
DECANATO	SECRETARÍA						
	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7
	DECANATO						
	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7
	SUBDECANATO						
	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10	
Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10	
Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7	
BATERÍAS HIGIÉNICAS	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	4	5	6	6
ARCHIVOS	Debe estar limpio, tanto pisos como paredes	0	1	4	7	10	10
	Áreas de movilización libres de obstáculos	0	1	4	7	10	10
	Existencia de recipientes para desechos	0	1	4	7	10	10
	Debe existir señalización	0	3	5	7	9	7

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.26

MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA – SEGUNDO PISO

ÁREAS	RUBROS	SIN PUNTAJE	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	PUNTAJE
EXISTENCIA DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES							
OFICINAS DE PROFESORES	OFICINA 209						
	Las herramientas/materiales deben estar en buen estado y ubicados en un lugar apropiado e identificado	0	1	4	7	10	7
	Los materiales deben ser movilizados con seguridad y en orden	0	1	4	7	10	10
	OFICINA 210						
SECRETARÍA GENERAL, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	Las herramientas/materiales deben estar en buen estado y ubicados en un lugar apropiado e identificado	0	1	4	7	10	10
	Los materiales deben ser movilizados con seguridad y en orden	0	1	4	7	10	10
DECANATO	SECRETARÍA						
	Las herramientas/materiales deben estar en buen estado y ubicados en un lugar apropiado e identificado	0	1	4	7	10	10
	Los materiales deben ser movilizados con seguridad y en orden	0	1	4	7	10	10
	DECANATO						
	Las herramientas/materiales deben estar en buen estado y ubicados en un lugar apropiado e identificado	0	1	4	7	10	10
	Los materiales deben ser movilizados con seguridad y en orden	0	1	4	7	10	10
	SUBDECANATO						
	Las herramientas/materiales deben estar en buen estado y ubicados en un lugar apropiado e identificado	0	1	4	7	10	10
ARCHIVOS	Los materiales deben ser movilizados con seguridad y en orden	0	1	4	7	10	10
	Las herramientas/materiales deben estar en buen estado y ubicados en un lugar apropiado e identificado	0	1	4	7	10	7
PASILLOS, ACCESOS Y PISO							
PASILLO PRINCIPAL	Deben estar limpios	0	2	4	6	8	8
	Deben ser seguros y estar libres de obstáculos	0	1	3	5	7	7
	Deben converger hacia los lugares de trabajo, y hacia equipos de primeros auxilios y emergencias	0	1	3	5	7	7
	Los materiales deben ser movilizados con seguridad y en orden	0	3	4	5	6	6
	Deben estar señalizados	0	2	3	4	5	5

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.26

MATRIZ DE ORDEN Y LIMPIEZA – SEGUNDO PISO

ÁREAS	RUBROS	SIN PUNTAJE	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	PUNTAJE
ACCESO A LA PLANTA POR LAS GRADAS	Deben estar limpios	0	1	4	7	10	10
	Deben ser seguros y estar libres de obstáculos	0	2	4	6	8	8
	Deben estar señalizados	0	1	4	7	10	1
ACCESO A LA PLANTA POR EL ASCENSOR	Deben estar limpios	0	1	4	7	10	10
	Deben ser seguros y estar libres de obstáculos	0	2	4	6	8	8
	Deben estar señalizados	0	1	4	7	10	1

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Luego se calificó cualitativamente y cuantitativamente el orden y limpieza de cada área de las plantas del edificio en mención, desde **malo** hasta **muy bueno**, por medio de intervalos establecidos en base al desarrollo de la matriz, expuesto en la Tabla 5.27.

La Tabla 5.27 presenta los intervalos de calificación de orden y limpieza de cada área del segundo piso del edificio.

TABLA 5.27

CALIFICACIÓN DE ORDEN Y LIMPIEZA – SEGUNDO PISO

ÁREAS	RUBROS	SIN PUNTAJE	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	PUNTAJE
APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS							
OFICINAS DE PROFESORES	EQUIPOS DE CÓMPUTO (OFICINA 209)	0	0 - 9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	39
	EQUIPOS DE CÓMPUTO (OFICINA 210)	0	0 - 9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	39
SECRETARÍA GENERAL, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	EQUIPOS DE CÓMPUTO	0	0 - 9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	39

CONTINUA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.27

CALIFICACIÓN DE ORDEN Y LIMPIEZA – SEGUNDO PISO

ÁREAS	RUBROS	SIN PUNTAJE	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	PUNTAJE
APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS							
SALA DE PROFESORES	TELEVISOR	0	0 - 7	8 - 12	13 - 17	18 - 22	22
UNIDAD DE VINCULACIÓN CON EL MEDIO EXTERNO	EQUIPOS DE CÓMPUTO	0	0 - 9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	39
	PLOTTER	0	0 - 6	7 - 20	21 - 34	35 - 48	48
DECANATO	EQUIPOS DE CÓMPUTO (SECRETARÍA)	0	0 - 9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	39
	EQUIPOS DE CÓMPUTO (DECANATO)	0	0 - 9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	39
	EQUIPOS DE CÓMPUTO (SUBDECANATO)	0	0 - 9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	39
CONDICIONES LABORALES							
OFICINAS DE PROFESORES	OFICINA 209	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
	OFICINA 210	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
AULAS	AULA E1	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
	AULA E2	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
	AULA 206	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
SECRETARÍA GENERAL, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL		0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
SALA DE PROFESORES		0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
UNIDAD DE VINCULACIÓN CON EL MEDIO EXTERNO		0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
DECANATO	SECRETARÍA	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
	DECANATO	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
	SUBDECANATO	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
BATERÍAS HIGIÉNICAS		0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
ARCHIVOS		0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37
EXISTENCIA DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES							
OFICINAS DE PROFESORES	OFICINA 209	0	0 - 2	3 - 8	9 - 14	15 - 20	17
	OFICINA 210	0	0 - 2	3 - 8	9 - 14	15 - 20	20
SECRETARÍA GENERAL, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL		0	0 - 2	3 - 8	9 - 14	15 - 20	20
DECANATO	SECRETARÍA	0	0 - 2	3 - 8	9 - 14	15 - 20	20
	DECANATO	0	0 - 2	3 - 8	9 - 14	15 - 20	20
	SUBDECANATO	0	0 - 2	3 - 8	9 - 14	15 - 20	20
ARCHIVOS		0	0 - 2	3 - 8	9 - 14	15 - 20	17
PASILLOS, ACCESOS Y PISO							
PASILLO PRINCIPAL		0	0 - 9	10 - 17	18 - 25	26 - 33	33
ACCESO A LA PLANTA POR LAS GRADAS		0	0 - 4	5 - 12	13 - 20	21 - 28	19
ACCESO A LA PLANTA POR EL ASCENSOR		0	0 - 4	5 - 12	13 - 20	21 - 28	19

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En la Tabla 5.28 se determinaron los rangos de puntaje para cada categoría de calificación asignada, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 5.27, para el segundo piso del edificio.

TABLA 5.28

RANGOS DE PUNTAJE PARA CADA CATEGORÍA – SEGUNDO PISO

PUNTUACIÓN	
SIN PUNTAJE	0
MALO	0 – 185
REGULAR	186 – 483
BUENO	484 – 781
MUY BUENO	782 – 1079
PUNTAJE	1029

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El puntaje de cumplimiento de orden y limpieza expresado en porcentaje para el segundo piso del edificio se calculó con la ecuación 4.13 del Capítulo 4.

$$\text{Calificación Final – SegundoPiso (\%)} = \frac{\text{Puntaje Total}}{\text{Total de Muy Bueno}} = \frac{1029}{1079} = 95\%$$

El resultado de inspección de orden y limpieza para el segundo piso es de 1029, lo cual corresponde a una calificación de MUY BUENO de acuerdo a la Tabla 5.28, y alcanza un porcentaje de 95%.

En la Tabla 5.29 se presentan los resultados de la calificación de orden y limpieza para cada área del segundo piso, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 5.26.

TABLA 5.29

PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE ORDEN Y LIMPIEZA PARA CADA ÁREA DEL SEGUNDO PISO

SEGUNDO PISO							
ÁREAS	SIN PUNTAJE	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	PUNTAJE	PORCENTAJE (%)
APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS							
OFICINAS DE PROFESORES	0	0 - 18	19 - 38	39 - 58	59 - 78	78	100
SECRETARÍA GENERAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	0	0 - 9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	39	100
SALA DE PROFESORES	0	0 - 7	8 - 12	13 - 17	18 - 22	22	100
UNIDAD DE VINCULACIÓN CON EL MEDIO EXTERNO	0	0 - 15	16 - 39	40 - 63	64 - 87	87	100
DECANATO	0	0 - 27	28 - 57	58 - 87	88 - 117	117	100
CONDICIONES LABORALES							
OFICINAS DE PROFESORES	0	0 - 12	13 - 34	35 - 56	57 - 78	74	95
AULAS	0	0 - 18	19 - 51	52 - 84	85 - 117	111	95
SECRETARÍA GENERAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37	95
SALA DE PROFESORES	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37	95
UNIDAD DE VINCULACIÓN CON EL MEDIO EXTERNO	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37	95
DECANATO	0	0 - 18	19 - 51	52 - 84	85 - 117	111	95
BATERÍAS HIGIÉNICAS	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37	95
ARCHIVOS	0	0 - 6	7 - 17	18 - 28	29 - 39	37	95
EXISTENCIA DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES							
OFICINAS DE PROFESORES	0	0 - 4	5 - 16	17 - 28	29 - 40	37	93
SECRETARÍA GENERAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	0	0 - 2	3 - 8	9 - 14	15 - 20	20	100
DECANATO	0	0 - 6	7 - 24	25 - 42	43 - 60	60	100
ARCHIVOS	0	0 - 2	3 - 8	9 - 16	15 - 20	17	85
PASILLOS, ACCESOS Y PISO							
PASILLO PRINCIPAL	0	0 - 9	10 - 17	18 - 25	26 - 33	33	100
ACCESO A LA PLANTA POR LAS GRADAS	0	0 - 4	5 - 12	13 - 20	21 - 28	19	68
ACCESO A LA PLANTA POR EL ASCENSOR	0	0 - 4	5 - 12	13 - 20	21 - 28	19	68

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

A partir de la Tabla 5.29 se concluye que todas las áreas del segundo piso tienen una calificación de MUY BUENO en la inspección de orden y limpieza, a excepción del acceso a la planta por las gradas y por el ascensor.

En la Tabla 5.30 se expone el porcentaje de cumplimiento de orden y limpieza para todos los pisos del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental y la calificación total para el edificio en general.

TABLA 5.30

PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE ORDEN Y LIMPIEZA

Nombre de plantas del edificio	Calificación por plantas del edificio	
	Puntaje	Porcentaje (%)
Planta baja	1406	86
Mezzanine	1069	96
Primer piso	1184	97
Segundo piso	1029	95
Tercer piso	778	92
Cuarto piso	832	94
Sexto piso	846	96
Terraza	115	98
Nombre del edificio	Puntaje	Porcentaje (%)
Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental	7260	93

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De acuerdo al análisis de resultados presentado en la Tabla 5.30, sobre la inspección de orden y limpieza en cada planta del edificio, se concluye que todos los pisos presentan una calificación de MUY BUENO.

5.2 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DE USUARIOS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

El cálculo de ocupación total de personas del edificio se determinó en función de la suma de la ocupación de usuarios, de personas flotantes y de un factor de seguridad de ocupación del 10%.

5.2.1 CÁLCULO DE OCUPACIÓN DE USUARIOS

Para calcular la ocupación de cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se necesitó recopilar la información del personal administrativo y de los horarios de clase del personal docente y de los estudiantes, los cuales se adjuntan en el Anexo No.17 “Capacidad de ocupación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”.

En las Tablas 5.31 a 5.34 se presenta la recopilación de la información de los horarios para el mezzanine.

TABLA 5.31

HORARIO DE CLASES – MEZZANINE

MATERIA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

Días/Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
7 a 8	-	-	-	-	-
8 a 9	-	-	-	-	-
9 a 10	-	-	-	-	-
10 a 11	-	-	-	-	-
11 a 12	-	-	-	-	-
12 a 13	-	-	-	-	-
13 a 14	-	-	-	-	-
14 a 15	-	-	-	-	-
15 a 16	-	-	-	-	-
16 a 17	-	-	-	-	-
17 a 18	-	11	5	-	6
18 a 19	-			-	
19 a 20	-			-	-
20 a 21	-			-	-

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, Listas “Carga Académica General Profesores”, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 5.32

HORARIO DE CLASES – MEZZANINE

LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Días/Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
7 a 8	-	-	-	-	-
8 a 9	-	-	-	10	-
9 a 10	15	-	-		-
10 a 11		-	-	5	-
11 a 12	-	-	20		-
12 a 13	-	-		-	-
13 a 14	-	-	-	-	-
14 a 15	-	-	-	-	-
15 a 16	15	-	-	-	-
16 a 17		-	-	-	-
17 a 18	5	-	-	-	-
18 a 19		-	-	-	-
19 a 20		-	-	-	-
20 a 21		-	-	-	-

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, Listas “Carga Académica General Profesores”, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 5.33

HORARIO DE CLASES – MEZZANINE – AULA M12

Días/Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
7 a 8	25	-	25	-	-
8 a 9		-		-	-
9 a 10	-	3	34	34	15
10 a 11	-				
11 a 12	17	-	-	-	-
12 a 13		-	-	-	-
13 a 14	-	-	-	-	-
14 a 15	-	-	-	-	-
15 a 16	25	-	-	-	-
16 a 17		-	-	-	-
17 a 18		-	-	-	-
18 a 19	-	-	-	-	-
19 a 20	-	-	-	-	-
20 a 21	-	-	-	-	-

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, Listas “Carga Académica General Profesores”, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 5.34
HORARIO DE CLASES – MEZZANINE – AULA M18

Días/Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
7 a 8	-	20	-	-	-
8 a 9	-		-	-	-
9 a 10	23	15	-	-	-
10 a 11			-	-	-
11 a 12	15	-	25	-	-
12 a 13		-		-	-
13 a 14	25	-	-	-	-
14 a 15		-	-	-	-
15 a 16	20	23	-	-	-
16 a 17		-	-	-	-
17 a 18	-	-	-	-	-
18 a 19	-	-	-	-	-
19 a 20	-	-	-	-	-
20 a 21	-	-	-	-	-

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, Listas “Carga Académica General Profesores”, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Luego se elaboró una matriz de acuerdo al día y al horario de clases para esta planta del edificio, estableciendo el número de personas que ocupan cada piso.

En la Tabla 5.35 se presenta el número de personas (alumnos, docentes, personal administrativo y de servicios) que ocupan el mezzanine, por día y hora clase. El desarrollo de ocupación para los demás pisos se encuentra en el Anexo No.17 “Capacidad de ocupación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”.

TABLA 5.35
OCUPACIÓN (PERSONAS) – MEZZANINE

Días/Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7 a 8	26	21	26	-	-	-	-
8 a 9	36	31	36	21	10	-	-
9 a 10	50	30	45	56	26	-	-
10 a 11	50	30	45	16	26	-	-
11 a 12	44	10	57	16	10	-	-
12 a 13	44	10	57	10	10	-	-
13 a 14	26	-	10	-	-	-	-
14 a 15	36	10	10	10	10	-	-

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.35

OCUPACIÓN (PERSONAS) – MEZZANINE

Días/Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
15 a 16	74	34	10	10	10	-	-
16 a 17	73	10	10	10	10	-	-
17 a 18	32	12	6	-	7	-	-
18 a 19	6	12	6	-	7	-	-
19 a 20	6	12	6	-	-	-	-
20 a 21	6	12	6	-	-	-	-

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, Listas “Carga Académica General Profesores”, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Finalmente, de acuerdo al área útil de la planta se calculó la capacidad de ocupación (m^2 /persona).

En la Tabla 5.36 se muestra la capacidad de ocupación (m^2 /persona) para el mezzanine, que tiene un área útil de $335,44 m^2$, incluida el área de los pasillos. El desarrollo para las demás plantas se encuentra en el Anexo No.17. “Capacidad de ocupación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”.

TABLA 5.36

CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DEL MEZZANINE (m^2 /persona)

Días/Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
7 a 8	12,9	16,0	12,9	-	-
8 a 9	9,3	10,8	9,3	16,0	33,5
9 a 10	6,7	11,2	7,5	6,0	12,9
10 a 11	6,7	11,2	7,5	21,0	12,9
11 a 12	7,6	33,5	5,9	21,0	33,5
12 a 13	7,6	33,5	5,9	33,5	33,5
13 a 14	12,9	-	33,5	-	-
14 a 15	9,3	33,5	33,5	33,5	33,5
15 a 16	4,5	9,9	33,5	33,5	33,5
16 a 17	4,6	33,5	33,5	33,5	33,5
17 a 18	10,5	28,0	55,9	-	47,9
18 a 19	55,9	28,0	55,9	-	47,9
19 a 20	55,9	28,0	55,9	-	-
20 a 21	55,9	28,0	55,9	-	-

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los valores obtenidos en la Tabla 5.36 se compararon con la normativa expuesta en el numeral 4.2.1 del Capítulo 4, deduciendo que el mezzanine cumple con el valor mínimo de capacidad de ocupación, que es de 4,5 m²/persona.

En la Tabla 5.37 se presentan los resultados de ocupación para todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, comparados con la normativa de Guatemala y España, especificadas en la Tabla 4.33 del Capítulo 4, cuyo desarrollo se encuentra en el Anexo No.17. “Capacidad de ocupación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”.

TABLA 5.37
CAPACIDAD DE OCUPACIÓN DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL (m²/persona)

Plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental	Capacidad de ocupación (m ² /persona)	Norma de Guatemala (m ² /persona)	Cumplimiento	Norma de España (m ² /persona)	Cumplimiento
	Mínimo	Mínimo		Mínimo	
PLANTA BAJA	27.8	4.5	SI	5	SI
MEZZANINE	4.5	4.5	SI	5	NO
PRIMER PISO	8.8	4.5	SI	5	SI
SEGUNDO PISO	5.6	1.85	SI	1.5	SI
TERCER PISO	4.1	1.85	SI	1.5	SI
CUARTO PISO	5.3	1.85	SI	1.5	SI
SEXTO PISO	12.2	9.3	SI	10	SI

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De los valores expuestos en la Tabla 5.37 se deduce que todas las plantas del edificio cumplen con la normativa de Guatemala y España, a excepción del mezzanine.

5.2.2 CÁLCULO DE PERSONAS FLOTANTES

El conteo de personas se realizó los días 6 y 7 de septiembre del año 2011, en las horas de relevancia debido a su alta afluencia de personas (07:00, 08:00, 09:00 y

10:00 horas) en períodos de veinte minutos, cada uno subdividido en intervalos de cinco minutos.

En las Tablas 5.38 y 5.39 se presenta el conteo de personas realizado en el mezzanine, tanto en las gradas como en los ascensores, y en el Anexo No.17 “Capacidad de ocupación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental” se presentan las tablas para los pisos faltantes.

El número de personas flotantes se determinó a partir de la resta del número de personas que ingresan a la planta y las que salen de ella, ya sea por las gradas y/o por los ascensores, de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$P_f = P_i - P_s \quad (5.1)$$

Donde:

P_f : personas flotantes

P_i : personas que ingresan a la planta

P_s : personas que salen de la planta

El número de personas flotantes obtenido en cada intervalo se dividió para cinco minutos, obteniéndose un flujo de personas por minuto.

Luego se eligió el mayor valor del flujo de personas flotantes en planta por minuto de todos los intervalos de tiempo, y se lo multiplicó por dos minutos, tiempo reglamentado en la normativa para evacuación del edificio, para obtener el número de personas flotantes máximo a evacuar durante ese tiempo.³¹

Considerando lo mencionado anteriormente, se tiene un número de personas flotantes máximo de cuatro (4) para el mezzanine.

TABLA 5.38

FLUJO DE PERSONAS DEL 6 DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2011 - MEZZANINE

Fecha: 06/09/11	Período	Ascensor Oeste		Ascensor Este		Personas que salen de la planta				Personas que ingresan a la planta				Flujo de personas en la planta (personas/minuto)
		Personas que ingresan al ascensor (salen de la planta)	Personas que salen del ascensor (ingresan a la planta)	Personas que ingresan al ascensor (salen de la planta)	Personas que salen del ascensor (ingresan a la planta)	Asc.O	Asc.E	Gradas	TOTAL	Asc.O	Asc.E	Gradas	TOTAL	
	5min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	06:50 - 07:10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-
	5min	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	3	-
	5min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
	07:50 - 08:10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-
	5min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5min	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
	5min	4	3	2	2	2	20	2	26	3	-	-	18	1
	08:50 - 09:10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	5min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5min	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	6	6	-
	5min	-	-	2	-	-	4	2	6	-	-	5	5	1
	5min	-	-	-	-	-	3	-	3	-	-	4	4	-
	09:50 - 10:10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
	5min	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
	5min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Asc. O: ascensor oeste

Asc. E: ascensor este

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 6/9/2011

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

**TABLA 5.39
FLUJO DE PERSONAS DEL 7 DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2011 – MEZZANINE**

Período	Fecha: 07/09/11	Ascensor Oeste		Ascensor Este		Personas que salen de la planta				Personas que ingresan a la planta				Flujo de personas en la planta (personas/minuto)	
		Personas que ingresan al ascensor (salen de la planta)	Personas que salen del ascensor (ingresan a la planta)	Personas que ingresan al ascensor (salen de la planta)	Personas que salen del ascensor (ingresan a la planta)	Asc.O	Asc.E	Gradas	TOTAL	Asc.O	Asc.E	Gradas	TOTAL		
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06:50 - 07:10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
		-	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	1
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
07:50 - 08:10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
		-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2	2
08:50 - 09:10		-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	2	2
		-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	2	2
		-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	1	1
		-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	1	1
09:50 - 10:10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Asc. O: ascensor oeste

Asc. E: ascensor este

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 7/9/2011

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

5.2.3 OCUPACIÓN TOTAL DE PERSONAS

La ocupación total de personas para cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se obtuvo sumando la ocupación máxima en personas de cada planta y el respectivo número de personas flotantes máximo, más un 10% como factor de seguridad.

En la Tabla 5.40 se presenta la ocupación total de personas para todas las plantas del edificio.

TABLA 5.40
OCUPACIÓN TOTAL DE PERSONAS PARA CADA PLANTA DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Plantas del edificio	Máxima ocupación de usuarios	Máxima de personas flotantes	Ocupación total de personas
Planta baja	28	22	55
Mezzanine	74	2	84
Primer piso	76	4	88
Segundo piso	119	4	135
Tercer piso	176	28	224
Cuarto piso	136	10	161
Sexto piso	52	1	58

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En el Anexo No.17 “Capacidad de ocupación de usuarios del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental” se presentan los cálculos de la ocupación por planta, flujo flotante y la ocupación total de personas, para las demás plantas del edificio.

La ocupación en el momento de una evacuación (P) (Ver Tabla 5.41) se calculó con las ecuaciones 4.21 a 4.23 expuestas en el Documento 4 del Capítulo 4, en función del número de personas que ocupa el *sector de incendio*, establecidos en la Tabla 5.41:

TABLA 5.41

OCUPACIÓN EN EL MOMENTO DE UNA EVACUACIÓN (P) DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Plantas del edificio	Ocupación real de personas	P (personas)
Planta baja	55	61
Mezzanine	84	92
Primer piso	88	89
Segundo piso	135	147
Tercer piso	224	240
Cuarto piso	161	174
Sexto piso	58	64

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En la Tabla 5.42 se presenta el número y ancho mínimo de salidas y escaleras de cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, de acuerdo a la metodología expuesta en el numeral 4.7.4 del Capítulo 4.

TABLA 5.42

NÚMERO Y ANCHO MÍNIMO DE SALIDAS Y ESCALERAS PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Plantas del edificio	Ocupación en el momento de evacuación (personas)	Tabla 1 del “Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios”				
		E	P*	A	S	N
Planta baja	61	51 a 100	1,20	2,40	2	2
Mezzanine	92	51 a 100	1,20	2,40	2	2
Primer piso	89	51 a 100	1,20	2,40	2	2
Segundo piso	147	101 a 200	1,50	2,40	2	2
Tercer piso	240	201 a 300	1,80	2,40	2	2
Cuarto piso	174	101 a 200	1,50	2,40	2	2
Sexto piso	64	51 a 100	1,20	2,40	2	2

E: Número de personas que pueden ocupar dicha planta.

P*: Ancho mínimo de cada pasillo en función del número de personas que pueden utilizarlo (m).

A: Ancho total mínimo de salidas en edificios (m).

S: Número total mínimo de salidas en edificios.

N: Número total mínimo de escaleras en piso en función del número de personas que puedan ocupar dicha planta.

FUENTE: Tabla 1, “Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios”, Ecuador, 2009.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De la Tabla 5.42 se deduce que todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental cumplen con el ancho mínimo en pasillos (P^*), considerando una evacuación parcial de la planta, sin embargo, no se cumple con el ancho total mínimo de la salida del edificio (A) ubicado en la planta baja.

Solo la planta baja del edificio cumple con el número mínimo de salidas (S); las demás plantas no cumplen, ya que únicamente cuentan con la salida principal del edificio para evacuar en caso de emergencia y la normativa recomienda dos salidas por planta.

A partir del primer piso hasta el sexto piso y terraza no cumplen con el criterio de la normativa en cuanto al número mínimo de escaleras en cada planta, en función de sus ocupantes (N); es así que, existe una sola escalera de uso normal y se necesitan dos escaleras para evacuar en caso de emergencia.

En la Tabla 5.43 se presenta el número de personas acumulado en el momento de evacuación desde la planta más alta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental hasta la planta baja. Los valores determinados para " A " se compararon con la normativa expuesta en el numeral 4.7.4 del Capítulo 4.

TABLA 5.43

ANCHO DE GRADAS Y SALIDAS DE EMERGENCIA EN FUNCIÓN DE LA OCUPACIÓN ACUMULADA EN EL MOMENTO DE EVACUACIÓN DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Plantas del edificio	Ocupación en el momento de evacuación (personas)	Ocupación acumulada en el momento de evacuación (personas)	$A = P_a/200$
Sexto piso	64	64	0,32
Cuarto piso	174	238	1,19
Tercer piso	240	478	2,39
Segundo piso	147	625	3,13
Primer piso	89	714	3,57
Mezzanine	92	806	4,03
Planta baja	61	867	4,34

A: ancho de gradas y salidas de emergencia (metros)

P_a : personas a evacuar en forma acumulada

FUENTE: Norma Básica de Edificación – Condiciones de protección contra incendio en los edificios, de España, Octubre 2006

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

De la Tabla 5.43 se concluye que es imposible evacuar a los usuarios del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, a partir del tercer piso en forma descendente hasta la planta baja (todas las plantas del edificio señaladas con color rojo).

5.3 DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIO

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se deben implementar las medidas preventivas contra incendio establecidas en el desarrollo del Método de Gretener, cuyo resumen se presenta en la Tabla 5.25, con la finalidad de alcanzar un coeficiente de seguridad contra incendios aceptable de 1.42.

Las medidas preventivas contra incendio que se deben implementar son:

- Extintores en función de la carga térmica en el edificio
- Bocas de incendio y cisterna
- Detectores de humo
- Sistema de alarmas

5.3.1 CÁLCULO DE EXTINTORES EN FUNCIÓN DE LA CARGA TÉRMICA EN EL EDIFICIO

Como ejemplo de cálculo se determinó el número de extintores en la planta baja del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, siguiendo los pasos expuestos en el numeral 4.3.1 del Capítulo 4.

Los resultados obtenidos para cada área de la planta baja se presentan en la Tabla 5.44 (Ver Anexo No.7); mientras que el número de extintores para las áreas de riesgo de incendio bajo que se acumularon sumando su superficie (m^2) y su carga térmica (MJ/kg), para la implementación de extintores en lugares como los pasillos, se presenta en la Tabla 5.45.

En la Tabla 5.46 se presentan los resultados finales del cálculo de extintores para cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de acuerdo a la norma NFPA 10, considerando además el tipo de agente y extintor que se encuentra disponible en el mercado.

TABLA 5.44
NÚMERO DE EXTINTORES POR ÁREA DE LA PLANTA BAJA - NFPA 10

PLANTA BAJA									
Nombre del área de estudio	Área (m ²)	Carga térmica (MJ/m ²)	Carga térmica (Mcal/m ²)	Tipo de categoría (España)	Número de extintores (España)	Tipo de fuego (NFPA 10)	Tipo de riesgo de incendio (NFPA 10)	Número de extintores	Observaciones
Cuarto de Bombas	8,97	98	23,49	categoría 0	1 extintor de mínimo 5 kg.	clase A y C	BAJO	1 tipo 2A y 1 para tipo C.	Área con ingreso independiente fuera del edificio.
Bodega IG	21,06	4535	1085,39	categoría 1a CARGA TÉRMICA MEDIA	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A	ALTO	1 tipo 4A.	Área con ingreso independiente fuera del edificio y riesgo de incendio alto.
Bodega 2	8,17	7357	1760,82	categoría 1a CARGA TÉRMICA MEDIA	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A	ALTO	1 tipo 4 A.	Área con riesgo de incendio alto.
Bodega 1	3,25	4558	1090,96	categoría 1a CARGA TÉRMICA MEDIA	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A	ALTO	1 tipo 4A.	Área con riesgo de incendio alto.
Taller Bodega	45,41	3284	786,02	categoría 1a CARGA TÉRMICA MEDIA	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A	ALTO	1 tipo 4A.	Área con riesgo de incendio alto.
Batería Higiénica 1	4,73	249	59,56	categoría 0	1 extintor de mínimo 5 kg.	clase A	BAJO	-	-

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.44

NÚMERO DE EXTINTORES POR ÁREA DE LA PLANTA BAJA - NFPA 10

PLANTA BAJA									
Nombre del área de estudio	Área (m ²)	Carga térmica (MJ/m ²)	Carga térmica (Mcal/m ²)	Tipo de categoría (España)	Número de extintores (España)	Tipo de fuego (NFPA 10)	Tipo de riesgo de incendio (NFPA 10)	Número de extintores	Observaciones
Batería Higiénica 2	4,73	249	59,56	categoría 0	1 extintor de mínimo 5 kg.	clase A	BAJO	-	-
Cuarto Energía	1,96	503	120,34	categoría 0	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A y C	BAJO	-	-
Cafetería	27,6	1545	369,79	categoría 2a CARGA BAJA	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A, C y B	ALTO	1 tipo 4A, 1 tipo 20B y para tipo C.	Área con ingreso independiente fuera del edificio y riesgo de incendio alto.
Vivienda Mensajero	67,62	9813	2348,75	categoría 1a CARGA MEDIA	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A, B y C	ALTO	1 tipo 4A, 1 tipo 20B y para tipo C.	Área con ingreso independiente fuera del edificio y riesgo de incendio alto.
Cuarto Generador Hidromecánico	14,06	101	24,07	categoría 0	1 extintor de mínimo 5 kg.	clase A y C	BAJO	-	-
Laboratorio de Ensayo de Materiales	392,78	799	191,17	categoría 1a CARGA MEDIA	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A y C	MODERADO (MEDIO)	1 tipo 3A y 1 para tipo C	Área con riesgo de incendio moderado.

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.44
 NÚMERO DE EXTINTORES POR ÁREA DE LA PLANTA BAJA - NFPA 10

PLANTA BAJA										
Nombre del área de estudio	Área (m ²)	Carga térmica (MJ/m ²)	Carga térmica (Mcal/m ²)	Tipo de categoría (España)	Número de extintores (España)	Tipo de fuego (NFPA 10)	Tipo de riesgo de incendio (NFPA 10)	Número de extintores	Observaciones	
Cuarto Densímetro Nuclear	32	325	77,86	categoría 0	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A	BAJO	-	-	
Laboratorio de Hormigón	93,22	9621	2302,74	categoría 1a CARGA TERMINICA BAJA	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A y C	ALTO	1 tipo 4A y 1 para tipo C.	Área con riesgo de incendio alto.	
Oficina	43,26	292	70,01	categoría 0	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A y C	BAJO	-	-	
Laboratorio de Mecánica de Suelos	109,02	288	69,02	categoría 0	1 extintor de mínimo 10 kg.	clase A y C	BAJO	-	-	
Cilindros de gases del Departamento de Física	5,80	-	-	-	-	-	-	-	-	

-: ninguno

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011
 ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 5.45

NÚMERO DE EXTINTORES DE LA PLANTA BAJA PARA ÁREAS ACUMULADAS

PLANTA BAJA			
Área de estudio acumulada	Área protegida acumulada (m ²)	Carga térmica acumulada (MJ/m ²)	Número de extintores para áreas acumuladas (NFPA 10)
Batería Higiénica 1, Batería Higiénica 2, Cuarto de Energía, Cuarto Generador Hidromecánico, Cuarto Densímetro Nuclear, Oficina, Laboratorio de Mecánica de Suelos.	209,8	43616	Se acumularon las áreas con tipo de fuego A. Por seguridad mínimo deberán existir 3 extintores tipo 4A.
Cuarto Energía, Cuarto Generador Hidromecánico, Oficina, Laboratorio de Mecánica de Suelos.	168,3	1184	Se acumularon las áreas con tipo de fuego C. Se necesitan mínimo 2 extintores para fuego tipo C.

-. ninguno

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 5.46
NÚMERO DE EXTINTORES PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL DE ACUERDO AL MERCADO

	Tipo de fuego	Tipo de extintor NFPA 10 (eficacia)	Extintores en el mercado		Áreas que cubre	
			Número	Agente extintor y capacidad		
PLANTA BAJA	A	4A	3	CO ₂ (10 lb)	Batería Higiénica 1, Batería Higiénica 2, Cuarto de Energía, Cuarto Generador Hidromecánico, Oficina, Laboratorio de Mecánica de suelos, Cuarto Densímetro Nuclear.	
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Cuarto de Bombas	
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Bodega IG	
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Bodega 1	
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Bodega 2	
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Taller Bodega	
	A, B y C	4A ó 20B	1	CO ₂ (10 lb)	Cafetería	
	A, B y C	4A ó 20B	1	PQS (5 lb)	Vivienda del Consejero	
	A y C	3A	1	CO ₂ (5 lb)	Laboratorio de Ensayo de Materiales	
	A y C	4A	1	CO ₂ (10 lb)	Laboratorio de Hormigón	
	C	-	2	CO ₂ (10 lb)	Cuarto Energía, Cuarto Generador Hidromecánico, Oficina, Laboratorio de Mecánica de Suelos.	
	MEZZANINE			Extintores en el mercado		Áreas que cubre
				Número	Agente extintor y capacidad	
		A	4A	3	CO ₂ (10 lb)		Batería higiénica este 1, Batería higiénica este 2, Batería higiénica oeste 1, Batería higiénica oeste 2, Oficina M20, Oficina M19, Aula M17- M18, Oficina M16-M15, Oficina M14, Oficina M13, Aula M12, Gabinete de Topografía.
A y C		2A	2*	CO ₂ (5 lb)	Aula de Audiovisuales	
			1	CO ₂ (5 lb)	Laboratorio de Ingeniería Ambiental	

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.46
 NÚMERO DE EXTINTORES PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL DE ACUERDO AL MERCADO

C	Tipo de fuego	Tipo de extintor	-	2	Extintores en el mercado		Áreas que cubre
					Número	Agente extintor y capacidad	
	A	4A		3	CO ₂ (10 lb)		Oficina M20, Oficina M19, Oficina M16 M15, Oficina M14, Oficina M13
PRIMER PISO	A y C	4A		1	CO ₂ (10 lb)		Baterías Higiénicas, Oficina de ayudantes y profesores del Laboratorio Física, Laboratorio de Investigación MALDITOF, Laboratorio de Biofísica, Laboratorio Espectroscopía, Cuarto de Arco eléctrico, Cuarto de Aerodinámica
	A, B y C	2A		1	PQS (5 lb)		Bodega
	A y C	2A		2*	CO ₂ (5 lb)		Laboratorio Física
	A y C	2A		1	CO ₂ (5 lb)		Administración - Departamento de Física
							Oficinas de profesores del Departamento Física
C		-		2	CO ₂ (10 lb)		Oficina de ayudantes y profesores del Laboratorio Física, Laboratorio de Investigación MALDITOF, Laboratorio Biofísica, Laboratorio Espectroscopía, Cuarto de Arco eléctrico, Cuarto de Aerodinámica.

CONTINUÍA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.46
 NÚMERO DE EXTINTORES PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL DE ACUERDO AL MERCADO

SEGUNDO PISO	Tipo de fuego	Tipo de extintor	Extintores en el mercado		Áreas que cubre
			Número	Agente extintor y capacidad	
A		10A	2	PQS (10 lb)	Batería higiénica - Oficina del Decano, Batería higiénica - Oficina Subdecano, Baterías higiénicas, Decanato, Subdecano, Secretaría del Decanato, Sala de Reuniones, Aula de Grados, Oficina de Vinculación con Medio Externo, Secretaría General Ingeniería Civil y Ambiental, Aula 206, Aula E2, Aula E1, Oficina 210.
			2*	CO ₂ (5 lb)	
	1	CO ₂ (5 lb)			
	1	CO ₂ (5 lb)			
A y C	2A				Archivos
	3A				Oficina 209
C	-		4*	CO ₂ (10 lb)	Decanato, Subdecano, Secretaría Decanato, Sala de Reuniones, Aula de Grados, Oficina de Enlace con Medio Externo, Secretaría General Ingeniería Civil y Ambiental, Oficina 210.
TERCER PISO	Tipo de fuego	Tipo de extintor	Extintores en el mercado		Áreas que cubre
			Número	Agente extintor y capacidad	
A		6A	2	PQS (10 lb)	Bodega, Baterías higiénicas, Aula 305B, Aula 305A, Aula 306, Aula 301, Aula 312, Aula 307, Aula 311, Aula 308, Asociación de Ingeniería Civil.
			1	CO ₂ (10 lb)	
A y C	4A		1	CO ₂ (10 lb)	Centro de Copiado
	2A		2*	CO ₂ (5 lb)	Centro de Cómputo
A y C	2A		1	PQS (5 lb)	Oficina de Proyectos 2
	2A		1	PQS (5 lb)	Oficina de Proyectos 1
A y C	4A		2*	CO ₂ (10 lb)	Biblioteca
	-		1	CO ₂ (5 lb)	Asociación de Ingeniería Civil

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.46
 NÚMERO DE EXTINTORES PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL DE ACUERDO AL MERCADO

	Tipo de fuego	Tipo de extintor	Extintores en el mercado		Áreas que cubre
			Número	Agente extintor y capacidad	
CUARTO PISO	A	6A	2	PQS (10 lb)	Bodega 1, Bodega 2, Bodega 3, Baterías Higiénicas, Aula 401, Aula 405 (Auditorio General), Aula 410, Aula 409, Aulas CEC 401 a 404
			1	CO ₂ (10 lb)	
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Oficina de Ayudantes del Departamento de Física
			2*	CO ₂ (5 lb)	
	A, B y C	2A ó 5B	2	PQS (5 lb)	Departamento de Física - Laboratorios de Física
			2*	CO ₂ (5 lb)	
A y C	2A			Departamento de Ciencias Administrativas.	
SEXTO PISO	A	4A	3	CO ₂ (10 lb)	Servidor (Departamento de Sistemas), Baterías higiénicas, Archivo, Departamento de Electrónica, Sala de Reuniones.
			1	PQS (5 lb)	
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Archivo Bodega
			2*	CO ₂ (5 lb)	
	A y C	2A	2*	CO ₂ (5 lb)	Sala de Sismógrafos y Cafetería 1 Departamento de Sistemas
			1	CO ₂ (5 lb)	
	A y C	3A	2*	CO ₂ (5 lb)	Departamento de Vulcanología Departamento de Sismología 1
			2*	CO ₂ (5 lb)	
	A y C	2A	2*	CO ₂ (5 lb)	Departamento de Administración Departamento de Sismología 2
			1	CO ₂ (5 lb)	

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
 TABLA 5.46
 NÚMERO DE EXTINTORES PARA EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL DE ACUERDO AL MERCADO

	Tipo de fuego	Tipo de extintor	Extintores en el mercado		Áreas que cubre
			Número	Agente extintor y capacidad	
SEXTO PISO	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Oficinas y Cafetería 2
	C	-	2	CO ₂ (10 lb)	Departamento de Electrónica, Departamento de Vulcanología, Sala de Reuniones.
	C	-	1	CO ₂ (5 lb)	Servidor (Departamento de Sistemas)
TERRAZA			Extintores en el mercado		Áreas que cubre
			Número	Agente extintor y capacidad	
	A, B y C	3A ó 10B	1	CO ₂ (10 lb)	Terraza
	A y C	2A	1	CO ₂ (10 lb)	Cuarto con cables eléctricos y redes
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Cuarto de máquinas de los ascensores

*: áreas críticas donde el número de extintores se duplicó para disminuir el riesgo de incendio de acuerdo a la metodología de Gretener.
 FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
 ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En el Anexo No.18 “Cálculo de extintores en función de la carga térmica” se presenta el cálculo de la carga térmica y el cálculo del número mínimo de extintores de acuerdo a la Norma NFPA 10, para la atención a incendios en las demás planta.

En este anexo se encuentran las matrices completas con los datos detallados de los pasos explicados en todo esta sección, para cada área y planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

La localización y distribución de extintores para cada planta del edificio se encuentra en el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de localización de medios técnicos para emergencias a implementarse).

5.3.2 DETERMINACIÓN DE LA BOCA DE INCENDIO Y DISEÑO DE LA CISTERNA

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se debe construir una cisterna e instalar una bomba para la impulsión de agua contra incendio.

La potencia de la bomba se determinó utilizando la ecuación 4.14 del Capítulo 4.

El caudal de agua (Q) se calculó para un calor radiante con cantidad de agua de aplicación de 4 l/min/m² (Tabla 4.35 del Capítulo 4), considerándose un área de 595 m² (Tabla 5.47) que corresponde a todas las áreas con riesgo de incendio alto en el edificio.

$$Q = 4 \frac{\text{l}}{\text{min m}^2} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times 595 \text{ m}^2 = 39,67 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

TABLA 5.47

ÁREAS DE RIESGO DE INCENDIO ALTO EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Planta del edificio	Nombre del área de estudio	Carga Térmica (MJ/m ²)	Riesgo de incendio	Superficie (m ²)
Planta baja	Bodega IG	4535	Alto	21,06
	Bodega 2	7357	Alto	8,17
	Bodega 1	4558	Alto	3,25
	Taller Bodega	3284	Alto	45,41
	Cafetería	1545	Alto	27,6
	Vivienda Mensajero	9813	Alto	67,62
	Laboratorio de Hormigón	9621	Alto	93,22
Mezzanine	-	-	-	-
Primer piso	Bodega	2904	Alto	61,62
Segundo piso	-	-	-	-
Tercer piso	Biblioteca	5066	Alto	119,65
	Centro de Copiado	3114	Alto	7,61
Cuarto piso	Centro de Cómputo - Lab 2	1663	Alto	61,61
Quinto piso	-	-	-	-
Sexto piso	Archivo	1968	Alto	16,44
	Bodega	1732	Alto	61,62
Terraza	-	-	-	-
Área total para la aplicación de agua contra incendio				594,88

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El edificio está constituido por 8 plantas, cada una de 2,97 metro de altura. La altura total (H) a la cual el agua contra incendio debe ser impulsada por la bomba es de 23,76 metros.

La eficiencia de la bomba se estableció en un 65%.

Con estas consideraciones, la potencia de la bomba debe ser de 20 HP.

$$P = \frac{39,67 \frac{1}{s} \times 23,76 \text{ m}}{75 \times \frac{65}{100}} = 19,34 \text{ HP}$$

Mientras el Cuerpo de Bomberos de la localidad se hace presente se estimó un tiempo de combate contra incendios de 30 minutos de las brigadas del edificio.

Este tiempo se utilizó para determinar el volumen de agua contra incendio de la cisterna (71,41 m³).

$$\text{Volumen cisterna} = 39,67 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times 30 \text{ min} = 71,41 \text{ m}^3$$

Actualmente, el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental dispone de una cisterna subterránea en su exterior con las dimensiones y volumen indicados en la Tabla 5.48. En esta misma tabla se proponen las dimensiones de la cisterna para el volumen de agua estimado para combatir el incendio durante 30 minutos.

TABLA 5.48

DIMENSIONES ACTUALES Y PROPUESTAS DE LA CISTERNA – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

	Dimensiones actuales	Dimensiones Propuestas
Largo (m)	4,38	4,38
Ancho (m)	4,38	8,76
Profundidad (m)	1,40	1,56
Volumen de agua (m³)	26,86	71,41

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Además de la bomba de agua y de la cisterna, se debe contar con los siguientes elementos:

- Una boquilla o pitón doble, de acero u otro material con resistencia mecánica, de 2½ pulgadas de diámetro interno, de rosca gruesa.
- Dos mangueras de material resistente, de 30 metros de longitud, acoplables a la boquilla o pitón.
- Un gabinete de incendio instalado a 1,20 metros de altura desde el piso acabado, con dimensiones de 0,80 x 0,80 x 0,20 metros, y un espesor de la lámina metálica de 0,75 mm, con un espesor de vidrio de 2 a 3 mm y cerradura universal triangular.

La localización del gabinete de incendio se encuentra en el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de localización de medios técnicos para emergencias a implementarse).

5.3.3 CÁLCULO DE DETECTORES DE HUMO

Como ejemplo de cálculo, el número de detectores de humo que se deben instalar en planta baja se determinó de acuerdo a las especificaciones técnicas del numeral 4.3.3 del Capítulo 4.

En la Tabla 5.49 se presentan las áreas de estudio de cada planta del edificio con riesgo de incendio alto (Tabla 5.47), en donde se debe instalar el número de detectores de humo calculados para áreas mayores a 60 m², o por lo menos 1 detector de humo para áreas menores a 60 m².

TABLA 5.49

CÁLCULO DEL NÚMERO DE DETECTORES DE HUMO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA					
Nombre del área de estudio	Carga Térmica (MJ/m²)	Tipo de riesgo de incendio	Área (m²)	Reglamento SST (m² / detector de humo)	Número de detectores de humo
Bodega IG	4535	Alto	21,06	60	1
Bodega 2	7357	Alto	8,17	60	1
Bodega 1	4558	Alto	3,25	60	1
Taller – Bodega	3284	Alto	45,41	60	1
Cafetería	1545	Alto	27,6	60	0*
Vivienda del mensajero	9813	Alto	67,62	60	1
Laboratorio de Hormigón	9621	Alto	93,22	60	1**
Cuarto Densímetro Nuclear	325	Bajo	32,00	60	1***
Pasillos	-	Bajo	172,12	12	3****
MEZZANINE					
Nombre del área de estudio	Carga Térmica (MJ/m²)	Tipo de riesgo de incendio	Área (m²)	Reglamento SST (m² / detector de humo)	Número de detectores de humo
Aula de Audiovisuales	551	Bajo	31,98	60	1**

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.49

CÁLCULO DEL NÚMERO DE DETECTORES DE HUMO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Laboratorio de Ingeniería Ambiental	1043	Medio	62,41	60	1**
Pasillos	-	Bajo	138,05	12	1**
PRIMER PISO					
Nombre del área de estudio	Carga Térmica (MJ/m ²)	Tipo de riesgo de incendio	Área (m ²)	Reglamento SST (m ² / detector de humo)	Número de detectores de humo
Bodega	2904	Alto	61,62	60	1
Laboratorio de Física	708	Medio	235,41	60	1**
Oficinas Profesores Departamento Física	1041	Medio	129,56	60	1**
Administración Departamento Física	922	Medio	61,62	60	1**
Pasillos	-	Bajo	144,43	12	3****
SEGUNDO PISO					
Nombre del área de estudio	Carga Térmica (MJ/m ²)	Tipo de riesgo de incendio	Área (m ²)	Reglamento SST (m ² / detector de humo)	Número de detectores de humo
Decanato	405	Bajo	42,38	60	1**
Subdecanato	415	Bajo	40,73	60	1**
Secretaría Decanato	359	Bajo	29,6	60	1**
Secretaria de Ingeniería Civil y Ambiental	562	Bajo	63,96	60	1**
Oficina 209	994	Medio	179,58	60	1**
Pasillos	-	Bajo	138,42	12	3****
TERCER PISO					
Nombre del área de estudio	Carga Térmica (MJ/m ²)	Tipo de riesgo de incendio	Área (m ²)	Reglamento SST (m ² / detector de humo)	Número de detectores de humo
Biblioteca	5066	Alto	119,65	60	1**
Centro de Copiado	3114	Alto	7,61	60	1
Centro de Cómputo	885	Medio	64,78	60	1**
Pasillos	-	Bajo	146,64	12	3****
CUARTO PISO					
Nombre del área de estudio	Carga Térmica (MJ/m ²)	Tipo de riesgo de incendio	Área (m ²)	Reglamento SST (m ² / detector de humo)	Número de detectores de humo
Centro de Cómputo - Lab 2	1663	Alto	61,61	60	1
Departamento de Ciencias Administrativas	488	Bajo	153,66	60	1**
Pasillos	-	Bajo	146,64	12	3****

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.49

CÁLCULO DEL NÚMERO DE DETECTORES DE HUMO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

SEXTO PISO					
Nombre del área de estudio	Carga Térmica (MJ/m ²)	Tipo de riesgo de incendio	Área (m ²)	Reglamento SST (m ² / detector de humo)	Número de detectores de humo
Archivo	1968	Alto	16,44	60	1
Bodega	1732	Alto	61,62	60	1
Sala de Sismógrafos y Cafetería	443	Bajo	110,7	60	1**
Departamento de Sistemas	879	Medio	37,27	60	1**
Departamento de Administración	1162	Medio	65,62	60	1**
Pasillos	-	Bajo	166,10	12	3****

* No se recomienda instalar detector de humo alguno, puesto que el local es constantemente vigilado por la guardianía y para el confort de las personas.

** Se analizó la instalación de un solo detector de humo.

*** Debido a la presencia de material radiactivo, se debe prevenir cualquier incendio.

**** En los pasillos se calcularon detectores de humo superiores a los 10, sin embargo, al presentarse un riesgo de incendio bajo, se recomienda instalar 3 detectores de humo, en los pasillos del ala oeste y ala este y pasillo principal.

FUENTE: Ministerio de Trabajo y Empleo, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Ecuador, 1998.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se deben disponer de un total de 52 detectores de humo, de acuerdo a la Tabla 5.49, cuya distribución y localización se encuentra esquematizado en el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de localización de medios técnicos para emergencias a implementarse).

5.3.4 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ALARMAS

En cumplimiento del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios se propone instalar dos redes de alarmas en cada una de las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

Las dos redes de alarmas son:

- **Red de alarmas tipo 1**

Se recomienda instalar una red de alarmas de emergencia en todos los pisos del edificio, con 2 frecuencias distintas.

La primera frecuencia se accionará por cualquier persona en el piso que se encuentre, para dar el aviso general de emergencia a todo el edificio; además se comunicará a la Secretaría del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso), llamando al número de emergencia publicado en las carteleras. El sonido será continuo durante 5 segundos, con un nivel de intensidad sonora comprendida entre 75 y 80 decibeles.

La segunda frecuencia se accionará únicamente desde la Secretaría del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso) para hacer conocer de la terminación de la emergencia a los usuarios del edificio. El sonido será intermitente durante 5 segundos, con un nivel de intensidad sonora de 75 a 80 decibeles.

- **Red de alarmas tipo 2**

Se debe instalar una segunda red de alarmas para evacuación en todos los pisos del edificio, que se activará únicamente desde la Secretaría del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso), para la evacuación de todas las instalaciones. El sonido será continuo durante tiempo indefinido, con un nivel de intensidad sonora de 85 a 88 decibeles, la misma que será desactivada cuando se constate la evacuación total del edificio.

En el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de localización de medios técnicos para emergencias a implementarse) se presenta la distribución y localización de las dos redes de alarmas, con sus respectivos pulsadores de emergencia.

5.4 DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se debe implementar la siguiente señalización:

- Señalización de advertencia
- Señalización de obligación
- Señalización de prohibición
- Señalización para emergencia
- Señalización de evacuación
- Señalización de información

5.4.1 DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA

Cada señalización de advertencia se diseñó con una dimensión mínima (d) de acuerdo a la Figura 4.4 del Capítulo 4, la cual se calculó con las ecuaciones 4.15 y 4.16 del Capítulo 4 para una distancia mínima de observación (l).

En la Tabla 5.50 se propone la señalización de advertencia para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, en donde se presenta la distancia mínima de observación (l) y la dimensión mínima (d) de cada señal, con su respectivo texto.

TABLA 5.50

SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Cuarto del densímetro nuclear (interior)	3,90	0,0125	17	¡Atención! Radiaciones ionizantes
Cuarto del densímetro nuclear (entrada)	3,80	0,0125	17	¡Atención! Radiaciones ionizantes
Cuarto del generador hidromecánico (interior)	3,70	0,0125	17	¡Atención! Zona de ruido
Cuarto del generador hidromecánico (exterior del edificio)	5,00	0,0125	17	¡Atención! Zona de ruido
Laboratorio Ensayo de Materiales (Máquina Universal)	8,20	0,0336	28	¡Atención! Zona de ruido
Cuarto capping (entrada)	2,50	0,0125	17	¡Atención! Riesgo de intoxicación, gases peligrosos
Cuarto cortadora de rocas (entrada)	6,75	0,0228	23	¡Atención! Zona de ruido
Cuarto de energía (entrada)	3,80	0,0125	17	¡Atención! Riesgo eléctrico
Gradas ala este	1,15	0,0125	17	¡Atención! Caída a distinto nivel
Gradas ala oeste	1,15	0,0125	17	¡Atención! Caída a distinto nivel
Gradas principales	1,70	0,0125	17	¡Atención! Caída a distinto nivel
MEZZANINE				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Laboratorio de Ingeniería Ambiental (interior)	3,90	0,0125	17	Peligro Material peligroso
	3,90	0,0125	17	¡Atención! Riesgo biológico
Gradas principales	1,70	0,0125	17	¡Atención! Caída a distinto nivel
PRIMER PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Laboratorio de Espectroscopía, Rayos X (entrada)	1,60	0,0125	17	¡Atención! Rayos X
Laboratorio de Espectroscopía, Rayos X (interior)	3,80	0,0125	17	¡Atención! Riesgo eléctrico
Laboratorio de Espectroscopía, Rayos Laser (entrada)	1,60	0,0125	17	¡Atención! Radiaciones laser
Laboratorio de Investigación MALDITOF (interior)	3,80	0,0125	17	¡Atención! Riesgo eléctrico
Laboratorio de Física, ala este (entrada)	8,20	0,0336	28	¡Atención! Radiaciones ionizantes
Laboratorio de Física, ala este (interior)	11,90	0,0708	40	¡Atención! Radiaciones ionizantes

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.50

SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PRIMER PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Baterías Higiénicas (pasillo)	1,50	0,0125	17	¡Precaución! Suelo resbaladizo
Gradas principales	1,70	0,0125	17	¡Atención! Caída a distinto nivel
SEGUNDO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Baterías Higiénicas (pasillo)	1,50	0,0125	17	¡Precaución! Suelo resbaladizo
Gradas principales	1,70	0,0125	17	¡Atención! Caída a distinto nivel
TERCER PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Baterías Higiénicas (pasillo)	1,50	0,0125	17	¡Precaución! Suelo resbaladizo
Gradas principales	1,70	0,0125	17	¡Atención! Caída a distinto nivel
CUARTO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Laboratorio de Física (interior)	4,50	0,0125	17	¡Atención! Radiaciones laser
	4,50	0,0125	17	¡Atención! Riesgo eléctrico
	4,50	0,0125	17	¡Atención! Radiaciones ionizantes
Baterías Higiénicas (pasillo)	1,50	0,0125	17	¡Precaución! Suelo resbaladizo
Gradas principales	1,70	0,0125	17	¡Atención! Caída a distinto nivel
SEXTO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Caja de breakers del generador eléctrico (pasillo ala oeste)	3,70	0,0125	17	¡Atención! Riesgo eléctrico
Entrada, Baterías Higiénicas	1,50	0,0125	17	¡Precaución! Suelo resbaladizo
Gradas principales	1,70	0,0125	17	¡Atención! Caída a distinto nivel
TERRAZA				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Generador Automático de Energía	3,30	0,0125	17	¡Atención! Riesgo eléctrico
Cuarto de Cables	4,50	0,0125	17	¡Atención! Riesgo eléctrico

l = distancia mínima desde la cual la señal debe ser observada, en metros (m)

s = área mínima de la señal, en metros cuadrados (m²)

d = dimensión mínima de diseño de la señal, en metros (m). Dimensión del lado del triángulo equilátero.

FUENTE: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439, Ecuador, 1984.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El número de letreros de señalización de advertencia que se propone implementar en todo el edificio es de treinta y seis (36), cuya distribución y localización se presenta en el Anexo No.19 “Mapas (Mapa de señalización de advertencia a implementarse)”.

5.4.2 DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN

Cada señalización de obligación se diseñó con una dimensión mínima (d) de acuerdo a la Figura 4.5 del Capítulo 4, la cual se calculó con las ecuaciones 4.15 y 4.17 del Capítulo 4 para una distancia mínima de observación (l).

En la Tabla 5.51 se propone la señalización de obligación para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, en donde se presenta la distancia mínima de observación (l) y la dimensión mínima (d) de cada señal, con su respectivo texto.

TABLA 5.51
SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Cuarto del Densímetro Nuclear (entrada)	3,80	0,0125	13	Uso obligatorio de mandil
	3,80	0,0125	13	Uso obligatorio de guantes
Laboratorio de Mecánica de Suelos (entrada)	3,70	0,0125	13	Uso obligatorio de gafas
	3,70	0,0125	13	Uso obligatorio de mascarilla
	3,70	0,0125	13	Uso obligatorio de mandil
Laboratorio de Mecánica de Suelos (interior)	3,60	0,0125	13	Uso obligatorio de guantes
Cuarto de Energía (entrada)	3,80	0,0125	13	Uso obligatorio de guantes
Laboratorio de Mecánica Hormigón (entrada)	3,70	0,0125	13	Uso obligatorio de gafas
	3,70	0,0125	13	Uso obligatorio de mascarilla
	3,70	0,0125	13	Uso obligatorio de mandil
Laboratorio de Mecánica Hormigón (interior)	3,60	0,0125	13	Uso obligatorio de guantes
Laboratorio de Ensayo de Materiales (interior, ala este)	8,20	0,0336	21	Uso obligatorio de protección auditiva
	8,20	0,0336	21	Uso obligatorio de gafas
	8,20	0,0336	21	Uso obligatorio de Botas
	8,20	0,0336	21	Uso obligatorio de casco
	8,20	0,0336	21	Uso obligatorio de guantes
	8,20	0,0336	21	Uso obligatorio de mandil

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.51

SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Bodega 1	3,65	0,0125	13	Obligación de mantener orden y limpieza
Bodega 2	3,80	0,0125	13	Obligación de mantener orden y limpieza
Bodega IG	3,90	0,0125	13	Obligación de mantener orden y limpieza
MEZZANINE				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Laboratorio de Ingeniería Ambiental (interior)	7,50	0,0281	19	Uso obligatorio de guantes
	7,50	0,0281	19	Uso obligatorio de mascarilla
	7,50	0,0281	19	Uso obligatorio de gafas
	7,50	0,0281	19	Uso obligatorio de mandil
Aula de audiovisuales (interior)	3,80	0,0125	13	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula M17-M18 (interior)	7,50	0,0281	19	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula M12 (interior)	7,50	0,0281	19	Obligación de mantener orden y limpieza
PRIMER PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Laboratorio de Espectroscopía, Rayos X (interior)	3,80	0,0125	13	Uso obligatorio de mandil
	3,80	0,0125	13	Uso obligatorio de guantes
Laboratorio de Espectroscopía, Rayos Laser (interior)	3,80	0,0125	13	Uso obligatorio de gafas
Laboratorio de Investigación MALDITOF (interior)	3,80	0,0125	13	Uso obligatorio de guantes
Laboratorio de Física (interior, área 1)	8,20	0,0336	21	Obligación de mantener orden y limpieza
Laboratorio de Física (interior, área 2)	8,20	0,0336	21	Obligación de mantener orden y limpieza
Bodega	7,50	0,0281	19	Obligación de mantener orden y limpieza
SEGUNDO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Aula 206 (interior)	7,50	0,0281	19	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula E1 (interior)	7,50	0,0281	19	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula E2 (interior)	7,50	0,0281	19	Obligación de mantener orden y limpieza
TERCER PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Biblioteca Jorge Moncayo (interior, área 1)	5,50	0,0151	14	Obligación de mantener orden y limpieza

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.51

SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

TERCER PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Biblioteca Jorge Moncayo (interior, área 2)	5,50	0,0151	14	Obligación de mantener orden y limpieza
Centro de cómputo	7,90	0,0312	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Asociación Civil	7,90	0,0312	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 301 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 305A (interior)	3,80	0,0125	13	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 305B (interior)	3,80	0,0125	13	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 306 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 307 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 308 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 311 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 312 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Bodega	1,80	0,0125	13	Obligación de mantener orden y limpieza
CUARTO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Laboratorio de Física (interior)	4,00	0,0125	13	Uso obligatorio de gafas
	4,00	0,0125	13	Uso obligatorio de guantes
Centro de cómputo LAB2 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 401 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 405 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 408 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 409 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Aula 410 (interior)	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.51

SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

SEXTO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Sala sismógrafos	8,20	0,0336	21	Obligación de mantener orden y limpieza
Departamento Sistemas	8,20	0,0336	21	Obligación de mantener orden y limpieza
Departamento de Electrónica	8,20	0,0336	21	Obligación de mantener orden y limpieza
	8,20	0,0336	21	Obligación de mantener orden y limpieza
	8,20	0,0336	21	Obligación de mantener orden y limpieza
Departamento de Vulcanología	8,20	0,0336	21	Obligación de mantener orden y limpieza
Bodega	7,90	0,0312	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Departamento de Sismología 2	7,90	0,0312	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Departamento de Sismología 1	7,90	0,0312	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Departamento de Administración	7,80	0,0304	20	Obligación de mantener orden y limpieza
Bodega	1,90	0,0125	17	Obligación de mantener orden y limpieza
TERRAZA				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Generador Eléctrico	3,30	0,0125	17	Uso obligatorio de guantes

l = distancia mínima desde la cual la señal debe ser observada, en metros (m)

s = área mínima de la señal, en metros cuadrados (m²)

d = dimensión mínima de diseño de la señal, en metros (m). Dimensión del diámetro del círculo.

* “Obligación de mantener orden y limpieza”

FUENTE: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439, Ecuador, 1984.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El número de letreros de señalización de obligación que se propone implementar en todo el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental es de setenta y uno (71), cuya distribución y localización se presenta en el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de señalización de obligación a implementarse).

5.4.3 DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN

Cada señalización de prohibición se diseñó con una dimensión mínima (d) de acuerdo a la Figura 4.6 del Capítulo 4, la cual se calculó con las ecuaciones 4.15 y 4.17 del Capítulo 4 para una distancia mínima de observación (l).

En la Tabla 5.52 se propone la señalización de prohibición para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, en donde se presenta la distancia mínima de observación (l) y la dimensión mínima (d) de cada señal, con su respectivo texto.

TABLA 5.52

SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA				
Ubicación	l (m)	s (m²)	d (cm)	Texto
Pasillo principal	3,70	0,0125	13	Prohibido Fumar
Ingreso a la planta	4,10	0,0125	13	Prohibido Fumar
Laboratorio de Ensayo de Materiales	8,20	0,0336	21	No ingerir alimentos en esta área
Laboratorio de Mecánica de Suelos	7,90	0,0312	20	No ingerir alimentos en esta área
Laboratorio de Hormigón	7,90	0,0312	20	No ingerir alimentos en esta área
Gradas principales	1,70	0,0125	13	Evite sentarse y jugar en las escaleras
MEZZANINE				
Ubicación	l (m)	s (m²)	d (cm)	Texto
Laboratorio de Ingeniería Ambiental	3,90	0,0125	13	Prohibido Fumar
	3,90	0,0125	13	No ingerir alimentos en esta área
Centro de Cómputo	3,90	0,0125	13	No ingerir alimentos en esta área
Aula M12	7,80	0,0304	20	No ingerir alimentos en esta área
Aula M17-M18	7,80	0,0304	20	No ingerir alimentos en esta área
Pasillo principal	1,90	0,0125	13	Prohibido Fumar
Ingreso a la planta	4,10	0,0125	13	Prohibido Fumar
Gradas principales	1,70	0,0125	13	Evite sentarse y jugar en las escaleras

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.52

SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PRIMER PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Laboratorio de Física, ala este	11,90	0,0708	30	Prohibido Fumar
	11,90	0,0708	30	No ingerir alimentos en esta área
	11,90	0,0708	30	Prohibido Fumar
	11,90	0,0708	30	No ingerir alimentos en esta área
Laboratorio de Investigación MALDITOF (interior)	3,80	0,0125	13	No ingerir alimentos en esta área
Laboratorio de Espectroscopía, Rayos X (interior)	3,80	0,0125	13	No ingerir alimentos en esta área
Laboratorio de Espectroscopía, Rayos láser (interior)	3,80	0,0125	13	No ingerir alimentos en esta área
Laboratorio de Biofísica	3,80	0,0125	13	No ingerir alimentos en esta área
Cuarto aerodinámica	3,90	0,0125	13	No ingerir alimentos en esta área
Cuarto arcoe léctrico	4,10	0,0125	13	No ingerir alimentos en esta área
Pasillo principal	3,70	0,0125	13	Prohibido Fumar
Ingreso a la planta	4,10	0,0125	13	Prohibido Fumar
Gradas principales	1,70	0,0125	13	Evite sentarse y jugar en las escaleras
SEGUNDO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Secretaría Decanato	3,70	0,0125	13	Prohibido Fumar
Enlace con el Medio Externo	3,85	0,0125	13	Prohibido Fumar
Sala de Reuniones	3,80	0,0125	13	Prohibido Fumar
Aula de Grados	3,80	0,0125	13	Prohibido Fumar
Secretaría de Ingeniería Civil y Ambiental	3,85	0,0125	13	Prohibido Fumar
Aula E1	7,50	0,0281	19	No ingerir alimentos en esta área
Aula E2	7,50	0,0281	19	No ingerir alimentos en esta área
Pasillo principal	3,50	0,0125	13	Prohibido Fumar

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.52

SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

SEGUNDO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Ingreso a la planta	4,10	0,0125	13	Prohibido Fumar
Gradas principales	1,70	0,0125	13	Evite sentarse y jugar en las escaleras
TERCER PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Biblioteca Jorge Moncayo	5,50	0,0151	14	Prohibido Fumar
	5,50	0,0151	14	No ingerir alimentos en esta área
	5,50	0,0151	14	Prohibido Fumar
	5,50	0,0151	14	No ingerir alimentos en esta área
Centro de Cómputo	7,90	0,0312	20	Prohibido Fumar
	7,90	0,0312	20	No ingerir alimentos en esta área
Aula 305 ^a	6,17	0,019	16	No ingerir alimentos en esta área
Aula 305B	3,85	0,0125	13	No ingerir alimentos en esta área
Aula 301	7,80	0,0304	20	No ingerir alimentos en esta área
Aula 306	7,80	0,0304	20	No ingerir alimentos en esta área
Aula 312	5,80	0,0168	15	No ingerir alimentos en esta área
Aula 307	5,80	0,0168	15	No ingerir alimentos en esta área
Aula 311	7,80	0,0304	20	No ingerir alimentos en esta área
Aula 308	7,80	0,0304	20	No ingerir alimentos en esta área
Asociación Ingeniería Civil	7,90	0,0312	20	Prohibido Fumar
Pasillo principal	3,50	0,0125	13	Prohibido Fumar
Ingreso a la planta	4,10	0,0125	13	Prohibido Fumar
Gradas principales	1,70	0,0125	13	Evite sentarse y jugar en las escaleras
CUARTO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (cm)	Texto
Laboratorio de Física	3,65	0,0125	13	No ingerir alimentos en esta área

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.52

SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Centro de Cómputo LAB2	7,80	0,0304	20	No ingerir alimentos en esta área
	7,80	0,0304	20	Prohibido Fumar
Aula 405 - Auditorio General	7,80	0,0304	20	No ingerir alimentos en esta área
	7,80	0,0304	20	Prohibido Fumar
Aula 401	7,80	0,0304	20	No ingerir alimentos en esta área
Aula 409	7,80	0,0304	20	No ingerir alimentos en esta área
Aula 410	5,80	0,0168	15	No ingerir alimentos en esta área
Aula 408	7,90	0,0312	20	No ingerir alimentos en esta área
Pasillo principal	3,50	0,0125	13	Prohibido Fumar
Ingreso a la planta	4,10	0,0125	13	Prohibido Fumar
Gradas principales	1,70	0,0125	13	Evite sentarse y jugar en las escaleras
SEXTO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m²)	d (cm)	Texto
Cafetería, Sala de sismógrafos	2,60	0,0125	13	Prohibido Fumar
Cafetería, ala este	3,85	0,0125	13	Prohibido Fumar
Sala de Reuniones	7,95	0,0316	20	Prohibido Fumar
Departamento de Administración	7,80	0,0304	20	Prohibido Fumar
Pasillo principal	3,70	0,0125	13	Prohibido Fumar
Ingreso a la planta	4,10	0,0125	13	Prohibido Fumar
Gradas principales	1,70	0,0125	13	Evite sentarse y jugar en las escaleras
TERRAZA				
Ubicación	l (m)	s (m²)	d (cm)	Texto
Generador Eléctrico	3,30	0,0125	17	Prohibido Fumar

l = distancia mínima desde la cual la señal debe ser observada, en metros (m)

s = área mínima de la señal, en metros cuadrados (m²)

d = dimensión mínima de diseño de la señal, en metros (m). Dimensión del diámetro del círculo.

* “No ingerir alimentos en esta área”

FUENTE: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439, Ecuador, 1984.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El número de letreros de señalización de prohibición que se propone implementar en todo el edificio es de setenta y cinco (75), cuya distribución y localización se presenta en el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de señalización de prohibición a implementarse).

5.4.4 DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN PARA EMERGENCIA

La señalización para emergencia que se debe implementar en el edificio corresponde a los pulsadores de emergencia y extintores, con texto obligatorio.

Cada señalización se diseñó con una dimensión mínima (d) de acuerdo a la Figura 4.7 del Capítulo 4, la cual se calculó con las ecuaciones 4.15 y 4.18 del Capítulo 4 para una distancia mínima de observación (l).

En la Tabla 5.53 se propone la señalización para emergencia para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, en donde se presenta la distancia mínima de observación (l) y la dimensión mínima (d) de cada señal, con su respectivo texto.

TABLA 5.53
SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (m)	Texto
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Pulsador de Emergencia
Laboratorio Ensayo de materiales	8,10	0,0328	18	Extintor
Laboratorio Ensayo de materiales (panel máquina universal)	8,20	0,0336	18	Extintor
Laboratorio de Hormigón	7,90	0,0312	18	Extintor
Bodega 1	3,35	0,0125	11	Extintor
Bodega 2	3,80	0,0125	11	Extintor
Pasillo ala oeste	3,70	0,0125	11	Extintor
Pasillo principal	3,70	0,0125	11	Extintor
Pasillo principal (entrada Cuarto de Energía)	3,80	0,0125	11	Extintor
Pasillo ala este	3,70	0,0125	11	Extintor

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.53

SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (m)	Texto
Taller-Bodega	3,80	0,0125	11	Extintor
Bodega Instituto Geofísico	3,90	0,0125	11	Extintor
Cuarto de bombas	3,90	0,0125	11	Extintor
Cafetería	3,85	0,0125	11	Extintor
Vivienda Mensajero	7,90	0,0312	18	Extintor
MEZZANINE				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (m)	Texto
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Pulsador de Emergencia
Aula de Audiovisuales	8,20	0,0336	18	Extintor
Laboratorio Ingeniería Ambiental	7,90	0,0312	18	Extintor
Pasillo ala Oeste	1,90	0,0125	11	Extintor
Pasillo ala Oeste	1,90	0,0125	11	Extintor
Pasillo Principal	8,00	0,0320	18	Extintor
Pasillo ala Este	1,90	0,0125	11	Extintor
Pasillo ala Este	1,90	0,0125	11	Extintor
PRIMER PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (m)	Texto
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Pulsador de Emergencia
Oficinas - Profesores, Departamento de Física	10,95	0,0600	24	Extintor
Laboratorio de Espectroscopía - Rayos X	6,41	0,0205	14	Extintor
Administración, Departamento de Física	8,00	0,0320	18	Extintor
Bodega	7,90	0,0312	18	Extintor
Laboratorio de Física	11,90	0,0708	27	Extintor
Cuarto Aerodinámica	3,90	0,0125	11	Extintor
Pasillo ala oeste	2,20	0,0125	11	Extintor
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Extintor
Pasillo ala este	3,70	0,0125	11	Extintor
SEGUNDO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m ²)	d (m)	Texto
Secretaría Decanato	5,50	0,0151	12	Pulsador de Emergencia
Secretaría Ingeniería Civil y Ambiental	7,80	0,0304	17	Pulsador de Emergencia
Secretaría Decanato	8,00	0,0320	18	Extintor
Oficina Enlace con el Medio Externo	3,30	0,0125	11	Extintor
Archivo	6,80	0,0231	15	Extintor
Oficina 209 - Área Estructuras	9,90	0,0490	22	Extintor
Pasillo ala oeste	2,20	0,0125	11	Extintor

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.53

SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

SEGUNDO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m²)	d (m)	Texto
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Extintor
Pasillo ala oeste	2,20	0,0125	11	Extintor
TERCER PISO				
Ubicación	l (m)	s (m²)	d (m)	Texto
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Pulsador de Emergencia
Biblioteca Jorge Moncayo	5,50	0,0151	12	Extintor
Oficina Proyectos 1	8,95	0,0401	20	Extintor
Oficina proyectos 2	6,50	0,0211	15	Extintor
Centro de Copiado	4,20	0,0125	11	Extintor
Centro de Cómputo	8,20	0,0336	18	Extintor
Asociación Civil	7,90	0,0312	18	Extintor
Pasillo ala oeste	2,20	0,0125	11	Extintor
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Extintor
Pasillo ala oeste	2,20	0,0125	11	Extintor
CUARTO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m²)	d (m)	Texto
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Pulsador de Emergencia
Laboratorio de Física - Departamento de Física	9,50	0,0451	21	Extintor
Oficina de Ayudantes - Laboratorio de Física	8,20	0,0336	18	Extintor
Centro de Cómputo LAB2	7,70	0,0296	17	Extintor
Departamento de Ciencias Administrativas	2,20	0,0125	11	Extintor
Pasillo ala oeste	2,20	0,0125	11	Extintor
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Extintor
Pasillo ala oeste	2,20	0,0125	11	Extintor
SEXTO PISO				
Ubicación	l (m)	s (m²)	d (m)	Texto
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Pulsador de Emergencia
Sala Sismógrafos	8,20	0,0336	18	Extintor
Sala de Reuniones	8,00	0,0320	18	Extintor
Departamento Sismología 1	7,90	0,0312	18	Extintor
Departamento Administración	7,90	0,0312	18	Extintor
Departamento Sistemas	8,20	0,0336	18	Extintor
Servidor	3,90	0,0125	11	Extintor
Departamento Electrónica	8,20	0,0336	18	Extintor
Departamento Vulcanología	8,20	0,0336	18	Extintor
Archivo	8,65	0,0374	19	Extintor
Departamento Sismología 2	7,90	0,0312	18	Extintor
Bodega	7,80	0,0304	17	Extintor
Cafetería y Oficinas	3,85	0,0125	11	Extintor
Pasillo ala oeste	3,70	0,0125	11	Extintor
Pasillo Principal	11,90	0,0708	27	Extintor
Pasillo ala oeste	3,70	0,0125	11	Extintor

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN**TABLA 5.53****SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

TERRAZA PISO				
Ubicación	l (m)	s (m²)	d (m)	Texto
Cuarto de Cables	3,60	0,0125	11	Extintor
Generador Automático de Energía	3,30	0,0125	11	Extintor
Terraza	9,90	0,0490	22	Extintor
Ascensores	3,80	0,0125	11	Extintor

l = distancia mínima desde la cual la señal debe ser observada, en metros (m)

s = área mínima de la señal, en metros cuadrados (m²)

d = dimensión mínima de diseño de la señal, en metros (m). Dimensión del lado del cuadrado.

FUENTE: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439, Ecuador, 1984.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El número de letreros de señalización de emergencia que se propone implementar en todo el edificio es de ochenta (80), cuya distribución y localización se presenta en el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de localización de medios técnicos para emergencias a implementarse).

5.4.5 DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN

Cada señalización de evacuación se diseñó con las especificaciones de las tablas 4.36 y 4.37 del Capítulo 4, de acuerdo a las figuras 4.8 y 4.9 del Capítulo 4, respectivamente.

Las especificaciones mencionadas se escogieron conforme a la distancia mínima de observación (l).

En la Tabla 5.54 se propone la señalización de evacuación para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, en donde se presenta la distancia mínima de observación (l) con las especificaciones de diseño respectivas, y texto.

TABLA 5.54

SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA			
Ubicación	l (m)	Texto	Especificaciones de diseño
Pasillo, ala oeste	4	Ruta de evacuación (flecha a la derecha)	Especificación B.1
Pasillo, ala este	4	Ruta de evacuación (flecha a la derecha)	Especificación B.1
Pasillo, ala este	18	Salida (flecha a la derecha - letrero 1 lado iluminación autónoma)	Especificación A.2
Gradas ala este	1	Ruta de evacuación (subiendo gradas a la izquierda)	Especificación B.1
Laboratorio Ensayo de Materiales, ala oeste	8	Ruta de evacuación (flecha a la izquierda)	Especificación B.1
PLANTA BAJA			
Ubicación	l (m)	Texto	Especificaciones de diseño
Laboratorio Ensayo de Materiales, ala este	8	Ruta de evacuación (flecha a la izquierda)	Especificación B.1
Laboratorio Ensayo de Materiales, ala este	9	Salida (flecha a la derecha - letrero 2 lados iluminación autónoma)	Especificación A.1
Entrada Principal al edificio	8	Salida (letrero 1 lado iluminación autónoma)	Especificación A.2
MEZZANINE			
Ubicación	l (m)	Texto	Especificaciones de diseño
Pasillo, ala oeste	2	Ruta de evacuación (flecha a la izquierda)	Especificación B.1
Pasillo, ala este	2	Ruta de evacuación (flecha a la derecha)	Especificación B.1
Pasillo principal	14	Salida (flecha a la derecha - letrero 2 lados iluminación autónoma)	Especificación A.2
Hall	8	Ruta de evacuación (bajando gradas a la derecha)	Especificación B.1
PRIMER PISO			
Ubicación	l (m)	Texto	Especificaciones de diseño
Pasillo, ala oeste	2	Ruta de evacuación (flecha a la derecha)	Especificación B.1
Pasillo, ala este	2	Ruta de evacuación (flecha a la izquierda)	Especificación B.1
Pasillo principal	14	Salida (flecha a la derecha - letrero 2 lados iluminación autónoma)	Especificación A.2

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.54

SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PRIMER PISO			
Ubicación	l (m)	Texto	Especificaciones de diseño
Hall	8	Ruta de evacuación (bajando gradas a la derecha)	Especificación B.1
SEGUNDO PISO			
Ubicación	l (m)	Texto	Especificaciones de diseño
Pasillo, ala oeste	2	Ruta de evacuación (flecha a la derecha)	Especificación B.1
Pasillo, ala este	2	Ruta de evacuación (flecha a la izquierda)	Especificación B.1
Pasillo principal	12	Salida (flecha a la derecha - letrero 2 lados iluminación autónoma)	Especificación A.2
Hall	8	Ruta de evacuación (bajando gradas a la derecha)	Especificación B.1
TERCER PISO			
Ubicación	l (m)	Texto	Especificaciones de diseño
Pasillo, ala oeste	2	Ruta de evacuación (flecha a la derecha)	Especificación B.1
Pasillo, ala este	2	Ruta de evacuación (flecha a la izquierda)	Especificación B.1
Pasillo principal	12	Salida (flecha a la derecha - letrero 2 lados iluminación autónoma)	Especificación A.2
Hall	8	Ruta de evacuación (bajando gradas a la derecha)	Especificación B.1
CUARTO PISO			
Ubicación	l (m)	Texto	Especificaciones de diseño
Pasillo, ala oeste	2	Ruta de evacuación (flecha a la derecha)	Especificación B.1
Pasillo, ala este	2	Ruta de evacuación (flecha a la izquierda)	Especificación B.1
Pasillo principal	12	Salida (flecha a la derecha - letrero 2 lados iluminación autónoma)	Especificación A.2
Hall	8	Ruta de evacuación (bajando gradas a la derecha)	Especificación B.1

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.54

SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN CON TEXTO – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

SEXTO PISO			
Ubicación	I (m)	Texto	Especificaciones de diseño
Pasillo, ala oeste	2	Ruta de evacuación (flecha a la derecha)	Especificación B.1
Pasillo, ala este	2	Ruta de evacuación (flecha a la izquierda)	Especificación B.1
Pasillo principal	12	Salida (flecha a la derecha - letrero 2 lados iluminación autónoma)	Especificación A.2
Hall	8	Ruta de evacuación (bajando gradass a la derecha)	Especificación B.1
TERRAZA			
Ubicación	I (m)	Texto	Especificaciones de diseño
Hall	8	Ruta de evacuación (bajando gradass a la derecha)	Especificación B.1

I = distancia mínima desde la cual la señal debe ser observada, en metros (m)

FUENTE: Norma INTECO de Seguridad Contra Incendios – Señalización de Vías de Evacuación, Costa Rica, 1996.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El número de letreros de señalización de evacuación que se propone implementar en todo el edificio es de treinta y tres (33), cuya distribución y localización se presenta en el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de señalización de evacuación a implementarse).

5.4.6 DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN

Cada señalización de información se diseñó con una dimensión mínima (d) de acuerdo a la Figura 4.10 del Capítulo 4, la cual se calculó con las ecuaciones 4.15 y 4.20 del Capítulo 4 para una distancia mínima de observación (I).

En la Tabla 5.55 se propone la señalización de información para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, en donde se presenta la distancia mínima de observación (l) y la dimensión mínima (d) de cada señal, con su respectivo texto.

TABLA 5.55

SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m2)	d (cm)
Densímetro Nuclear	3,90	0,0125	8
Laboratorio Ensayo de Materiales	3,90	0,0125	8
Generador Hidromecánico	8,30	0,0344	13
Cuarto Capping	2,60	0,0125	8
Cortadora de rocas	6,85	0,0235	11
Bodega 1	4,45	0,0125	8
Bodega 2	4,20	0,0125	8
Laboratorio Mecánica de Suelos	3,90	0,0125	8
Laboratorio Hormigón	3,90	0,0125	8
Oficina	4,00	0,0125	8
Taller Bodega	4,00	0,0125	8
Cuarto de Energía	3,90	0,0125	8
Baterías Higiénicas - Damas (ala oeste)	1,10	0,0125	8
Baterías Higiénicas - Caballeros (ala este)	1,10	0,0125	8
Planta Baja (gradas)	6,83	0,0233	11
Capacidad Máxima 5 Personas (ascensores)	6,83	0,0233	11
Planta Baja (ascensores)	6,83	-	-
Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (ingreso al edificio)	30,00	-	-
Cuarto de Bombas	3,00	0,0125	8
Cafetería	5,00	0,0125	8
Vivienda Mensajero	3,00	0,0125	8
Bodega IG	3,00	0,0125	8
Cilindros Gases Dep. Física	5,00	0,0125	8
MEZZANINE			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m2)	d (m)
Aula de Audiovisuales	3,80	0,0125	8
Laboratorio Ingeniería Ambiental	26,20	0,3432	41
Oficina M20 - Ing. Jorge Vintimilla Jaramillo	2,00	0,0125	8
Oficina M19 - Ing. Jorge Valverde Barba	2,00	0,0125	8
Aula M17	2,00	0,0125	8
Oficina M15 - Ing. Crhistian Gómez	2,00	0,0125	8
Oficina M14 - Ing. Germán Luna	2,00	0,0125	8
Oficina M13 - Ing. Cesar Monroy B.	2,00	0,0125	8
Aula M12	4,20	0,0125	8
Gabinete Topografía	3,80	0,0125	8
Baterías Higiénicas - Damas (ala oeste)	1,10	0,0125	8
Baterías Higiénicas - Caballeros (ala este)	1,10	0,0125	8

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.55

SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

MEZZANINE			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m2)	d (m)
Baterías Higiénicas - Damas (ala este)	1,10	0,0125	8
Baterías Higiénicas - Caballeros (ala ste)	1,10	0,0125	8
Mezzanine (gradas)	6,83	0,0233	11
Capacidad Máxima 5 Personas (ascensores)	6,83	0,0233	11
Mezzanine (ascensores)	6,83	-	-
PRIMER PISO			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m2)	d (m)
Profesores, Departamento de Física	3,90	0,0125	8
Laboratorio de Investigación MALDITOF	3,90	0,0125	8
Laboratorio de Espectroscopía	3,90	0,0125	8
Rayos X	1,60	0,0125	8
Rayos Laser	1,35	0,0125	8
Laboratorio de Biofísica	3,90	0,0125	8
Administración, Departamento de Física	3,90	0,0125	8
Laboratorio de Física	3,90	0,0125	8
Aerodinámica	4,20	0,0125	8
Oficina Ayudantes	3,90	0,0125	8
Laboratorio de Física	12,00	0,0720	19
Bodega	3,90	0,0125	8
Profesores, Laboratorio de Física	3,90	0,0125	8
Baterías Higiénicas – Damas	1,80	0,0125	8
Baterías Higiénicas – Caballeros	1,80	0,0125	8
Primer Piso (ascensores)	6,83	-	-
Primer Piso (gradas)	6,83	0,0233	11
Capacidad Máxima 5 Personas (Ascensores)	6,83	0,0233	11
SEGUNDO PISO			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m2)	d (m)
Decanato - Dr. Laureano Andrade	3,90	0,0125	8
Subdecanato - Ing. Germán Luna	3,90	0,0125	8
Secretaría Decanato	12,18	0,0742	19
Sala de Reuniones	3,90	0,0125	8
Aula de Grados	3,9	0,0125	8
Enlace con el Medio Externo	3,9	0,0125	8
Secretaría de Ingeniería Civil y Ambiental	3,9	0,0125	8
Aula 206	3,9	0,0125	8
Archivo	3,9	0,0125	8
Oficina 209 – Estructuras	3,9	0,0125	8
Oficina 210 – Estructuras	3,9	0,0125	8
Aula E2	3,9	0,0125	8
Aula E1	3,9	0,0125	8
Baterías Higiénicas – Damas	1,80	0,0125	8
Baterías Higiénicas – Caballeros	1,80	0,0125	8
Segundo Piso (gradas)	6,83	0,0233	11

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.55

SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

SEGUNDO PISO			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m2)	d (m)
Capacidad Máxima 5 Personas (ascensores)	6,83	0,0233	11
Segundo Piso (ascensores)	6,83	-	-
TERCER PISO			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m2)	d (m)
Biblioteca Jorge Moncayo	10,00	0,0500	16
Oficinas Proyectos	3,90	0,0125	8
Oficina 1	3,90	0,0125	8
Oficina 2	1,78	0,0125	8
Aula 301	3,90	0,0125	8
Aula 305	3,90	0,0125	8
Aula 305A	1,78	0,0125	8
Aula 305B	3,90	0,0125	8
Aula 306	3,90	0,0125	8
Bodega	3,90	0,0125	8
Centro de Copiado	3,90	0,0125	8
Aula 312	3,90	0,0125	8
Aula 311	3,90	0,0125	8
Aula 307	3,90	0,0125	8
Aula 308	3,90	0,0125	8
Centro de Cómputo	3,90	0,0125	8
Asociación Ingeniería Civil	3,90	0,0125	8
Baterías Higiénicas – Damas	1,80	0,0125	8
Baterías Higiénicas – Caballeros	1,80	0,0125	8
Batería Higiénica	2,53	0,0125	8
Batería Higiénica	2,53	0,0125	8
Tercer Piso (gradas)	6,83	0,0233	11
Capacidad Máxima 5 Personas (ascensores)	6,83	0,0233	11
Tercer Piso (ascensores)	6,83	-	-
CUARTO PISO			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m2)	d (m)
Laboratorio de Física	3,90	0,0125	8
Centro de Cómputo LAB2	3,90	0,0125	8
Bodega 1	3,90	0,0125	8
Centro de Copiado	3,90	0,0125	8
Bodega 2	3,90	-	-
Departamento de Ciencias Administrativas	16,10	-	-
Aula 401	3,90	0,0125	8
Aula 405 - Auditorio general	3,90	0,0125	8
Aula 409	3,90	0,0125	8
Aula 410	3,90	0,0125	8
Aula 408	3,90	0,0125	8

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.55

SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

CUARTO PISO			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m ²)	d (m)
Baterías Higiénicas – Damas	1,80	0,0125	8
Baterías Higiénicas – Caballeros	1,80	0,0125	8
Cuarto Piso (gradas)	6,83	0,0233	11
Capacidad Máxima 5 Personas (ascensores)	6,83	0,0233	11
Cuarto Piso (ascensores)	6,83	-	-
QUINTO PISO			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m ²)	d (m)
Baterías Higiénicas – Damas	1,80	0,0125	8
Baterías Higiénicas – Caballeros	1,80	0,0125	8
Quinto Piso (gradas)	6,83	0,0233	11
Capacidad Máxima 5 Personas (ascensores)	6,83	0,0233	11
Quinto Piso (ascensores)	6,83	-	-
SEXTO PISO			
Texto (ubicación)	l (m)	s (m ²)	d (m)
Cafetería	3,1	0,0125	8
Sala de Sismógrafos	3,9	0,0125	8
Departamento Sistemas	3,9	0,0125	8
Servidor	5,9	0,0174	9
Departamento Sismología	3,9	0,0125	8
Departamento Administración	3,9	0,0125	8
Sala de Reuniones	12,2	0,0744	19
Departamento Electrónica	3,9	0,0125	8
Departamento Vulcanología	3,9	0,0125	8
Bodega	3,9	0,0125	8
Oficinas	3,9	0,0125	8
Archivo	3,90	0,0125	8
Baterías Higiénicas – Damas	1,80	0,0125	8
Baterías Higiénicas – Caballeros	1,80	0,0125	8
Sexto Piso (ascensores)	6,83	-	-
Sexto Piso (gradas)	6,83	0,0233	11
Capacidad Máxima 5 Personas (ascensores)	6,83	0,0233	11

l = distancia mínima desde la cual la señal debe ser observada, en metros (m)

s = área mínima de la señal, en metros cuadrados (m²)

d = dimensión mínima de diseño de la señal, en metros (m). Dimensión del lado menor de un rectángulo

-: actualmente, la señalización ya existe.

FUENTE: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439, Ecuador, 1984.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

La señalización de información que se propone implementar en todo el edificio es de ciento veinte y siete (127), cuya distribución y localización se presenta en el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de distribución actual).

5.5 DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE EMERGENCIA

En el Edificio de ingeniería Civil y Ambiental se deben implementar lámparas de emergencia y botiquines de primeros auxilios, que permitirán la evacuación del edificio en caso de presentarse una emergencia y la atención de primeros auxilios a personas que puedan sufrir accidentes, respectivamente.

5.5.1 CÁLCULO DE LÁMPARAS DE EMERGENCIA

En la Tabla 5.56 se presenta el número de lámparas de emergencia necesario para el edificio, tomando las consideraciones del numeral 4.5.1 (Capítulo 4).

TABLA 5.56

CÁLCULO DEL NÚMERO DE LÁMPARAS DE EMERGENCIA – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA				
Ubicación (área)	Longitud a cubrir (m)	H (m)	4H (m)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	40,90	2,5	10	4
Pasillo principal	11,10	2,5	10	1
Laboratorio Ensayo de Materiales (ala oeste + ala este)	40,90	2,5	10	4
Laboratorio Mecánica de Suelos	13,80	2,5	10	1
Laboratorio Hormigón	11,80	2,5	10	1
Cuarto de máquinas (Cuarto de bombas)	-	-	-	1
Gradas ala oeste	-	-	-	1
Gradas ala este	-	-	-	1
Gradas principales	-	-	-	1

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.56

CÁLCULO DEL NÚMERO DE LÁMPARAS DE EMERGENCIA – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

MEZZANINE				
Ubicación (área)	Longitud a cubrir (m)	H (m)	4H (m)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	35,80	2,5	10	4
Pasillo principal	10,95	2,5	10	1
Aula de Audiovisuales	8,20	2,5	10	1
Laboratorio de Ingeniería Ambiental	7,90	2,5	10	1
Oficina M15-M16	7,80	2,5	10	1
Gradas Principales	-	-	-	1
PRIMER PISO				
Ubicación (área)	Longitud a cubrir (m)	H (m)	4H (m)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	35,95	2,5	10	4
Pasillo principal	11,10	2,5	10	1
Oficina de profesores, Departamento de Física	8,30	2,5	10	1
Administración, Departamento de Física	7,90	2,5	10	1
Laboratorio de Física (ala este)	20,25	2,5	10	2
Gradas principales	-	-	-	1
SEGUNDO PISO				
Ubicación (área)	Longitud a cubrir (m)	H (m)	4H (m)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	38,40	2,5	10	4
Pasillo principal	11,10	2,5	10	1
Decanato	8,20	2,5	10	1
Subdecanato	7,90	2,5	10	1
Secretaría del Decanato	8,00	2,5	10	1
Sala de Reuniones	8,20	2,5	10	1
Enlace con el Medio Externo	7,90	2,5	10	1
Secretaría de Ingeniería Civil y Ambiental	8,20	2,5	10	1
Oficina 209	8,20	2,5	10	1
Gradas principales	-	-	-	1
TERCER PISO				
Ubicación (área)	Longitud a cubrir (m)	H (m)	4H (m)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	36,20	2,5	10	4
Pasillo principal	11,10	2,5	10	1
Biblioteca Jorge Moncayo	20,20	2,5	10	2
Centro de Cómputo	8,20	2,5	10	1
Gradas principales	-	-	-	1
CUARTO PISO				
Ubicación (área)	Longitud a cubrir (m)	H (m)	4H (m)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	39,90	2,5	10	4
Pasillo principal	11,10	2,5	10	1
Oficina de Ayudante, Departamento de Física	8,20	2,5	10	1

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.56

CÁLCULO DEL NÚMERO DE LÁMPARAS DE EMERGENCIA – EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

CUARTO PISO				
Ubicación (área)	Longitud a cubrir (m)	H (m)	4H (m)	Número de lámparas
Aula 405 (Auditorio General)	13,50	2,5	10	1
Centro de Cómputo LAB2	7,90	2,5	10	1
Departamento de Ciencias Administrativas	20,20	2,5	10	2
Recepción, Departamento de Ciencias Administrativas	6,20	2,5	10	1
Gradas principales	-	-	-	1
QUINTO PISO				
Ubicación (área)	Longitud a cubrir (m)	H (m)	4H (m)	Número de lámparas
Gradas principales	-	-	-	1
SEXTO PISO				
Ubicación (área)	Longitud a cubrir (m)	H (m)	4H (m)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	38,00	2,5	10	4
Pasillo principal	14,85	2,5	10	2
Sala de Sismógrafos	13,50	2,5	10	1
Departamento de Sismología 1	13,50	2,5	10	1
Departamento de Sismología 2	7,90	2,5	10	1
Departamento de Sistemas	8,20	2,5	10	1
Departamento de Administración	7,90	2,5	10	1
Departamento de Electrónica	13,85	2,5	10	1
Departamento de Vulcanología	8,20	2,5	10	1
Gradas principales	-	-	-	1
TERRAZA PISO				
Ubicación (área)	Longitud a cubrir (m)	H (m)	4H (m)	Número de lámparas
Cuarto de máquinas (ascensores)	-	-	-	2
Gradas principales	-	-	-	1

H (m): distancia entre el suelo y el punto de emplazamiento de la lámpara de emergencia.
 4h (m): distancia de separación entre lámparas de emergencia.

-: disponer una lámpara de emergencia obligatoriamente, de acuerdo a la normativa.

FUENTE: LAU87 "Alumbrado de emergencia", España, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El número de lámparas de emergencia a implementarse en todo el edificio es de ochenta y seis (86), cuya distribución y localización se presenta en el Anexo No.19 "Mapas" (Mapa de localización de medios técnicos para emergencias a implementarse).

5.5.2 BOTIQUINES DE PRIMEROS AUXILIOS

El edificio de Ingeniería Civil y Ambiental no cuenta con una enfermería, sin embargo, en la universidad se cuenta con servicio médico en la Unidad de Bienestar Estudiantil.

En la Secretaría de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso) se debe disponer un botiquín de primeros auxilios, para la atención de incidentes y accidentes leves, que puedan ser solventados por el Equipo de Primeros Auxilios. Caso contrario, la Secretaria de la Facultad se comunicará con la Unidad de Bienestar Estudiantil de la universidad, para asistir en el menor tiempo posible a la persona accidentada.

5.6 DETERMINACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Para proteger a los empleados de los riesgos laborales inherentes al lugar de trabajo y a la actividad que realizan, es necesaria la utilización del equipo de protección personal específica.

De acuerdo a la evaluación y estimación de riesgos de la “Matriz de tareas específicas”, de la “Matriz general de riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)” y de la “Metodología Apell” se determinó la necesidad de utilizar equipo de protección personal específico para las siguientes actividades.

- Prácticas en los laboratorios de Ingeniería Civil (planta baja). Los equipos de protección a utilizar serán: botas, casco, fajas de seguridad, gafas, guantes, mascarillas, orejeras o tapones auditivos y chalecos de identificación.

- Prácticas en el laboratorio de Ingeniería Ambiental (mezzanine). Los equipos de protección a utilizar serán: gafas, guantes, mandiles y mascarillas.
- Prácticas en los laboratorios de Física (primer y cuarto piso). Los equipos de protección a utilizar serán: chaleco de plomo, gafas para rayos láser y guantes dieléctricos.

En la Tabla 5.57 se presenta el número de personas que laboran en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, como profesores, ayudantes de laboratorios, conserjes y administrativos, mientras que en la Tabla 5.58 se expone el equipo de protección personal para las tareas específicas realizadas en el edificio (prácticas de laboratorio).

TABLA 5.57
PERSONAL QUE LABORA EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA		
Cargo o función	Número de personas	Personal de trabajo total
Profesor (Ingeniería Civil)	3	8
Trabajador	1	
Auxiliar de laboratorio (Ingeniería Civil)	4	
MEZZANINE		
Cargo o función	Número de personas	Personal de trabajo total
Ayudante de laboratorio (Ingeniería Ambiental)	1	12
Profesor (Ingeniería Civil & Ambiental)	6	
Auxiliar de laboratorio (Ingeniería Civil)	4	
Trabajador	1	
PRIMER PISO		
Cargo o función	Número de personas	Personal de trabajo total
Profesores y Administrativos (Física)	15	25
Profesor (Física)	3	
Ayudante de laboratorio (Física)	6	
Trabajador	1	

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 5.57

PERSONAL QUE LABORA EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

SEGUNDO PISO		
Cargo o función	Número de personas	Personal de trabajo total
Decano (Ingeniería Civil y Ambiental)	1	17
Subdecano (Ingeniería Civil y Ambiental)	1	
Secretaria (Decanato Ingeniería Civil y Ambiental)	1	
Secretaria (Ingeniería Civil y Ambiental)	2	
Enlace con el Medio Externo	1	
Profesores (Ingeniería Civil y Ambiental)	9	
Mensajeros	2	
TERCER PISO		
Cargo o función	Número de personas	Personal de trabajo total
Ayudante (Biblioteca Jorge Moncayo)	2	12
Auxiliar (Oficina de Proyectos 1)	2	
Auxiliar (Oficina de Proyectos 2)	2	
Ayudante (Centro de Cómputo)	2	
Mensajero	1	
Técnico (Centro de Copiado)	3	
CUARTO PISO		
Cargo o función	Número de personas	Personal de trabajo total
Profesores y Administrativos (Ciencias Administrativas)	18	20
Técnico (centro de cómputo LAB2)	1	
Mensajero	1	
SEXTO PISO		
Cargo o función	Número de personas	Personal de trabajo total
Técnicos y Administrativos (Instituto Geofísico)	50	52
Mensajeros	2	

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

TABLA 5.58

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LAS TAREAS ESPECÍFICAS REALIZADAS EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA	
Artículo (EPP)	Cantidad
Casco	8
Orejeras	8
Botas	8
Guantes	8
Chalecos de identificación	8
Faja de seguridad	8
Guantes dieléctricos	3
Tapones (alumnos)	caja (100 unidades)
Mascarilla para polvo (alumnos)	caja (100 unidades)
PRIMER PISO	
Artículo (EPP)	Cantidad
Chaleco de Plomo	1
Gafas de protección laser	3
Guantes dieléctricos	3
CUARTO PISO	
Artículo (EPP)	Cantidad
Máscara antigases	5
Gafas (plástico)	5
Gafas de protección laser	3
Guantes dieléctricos	3

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S

En caso de presentarse una emergencia (incendio) será necesaria la evacuación de todos los usuarios del edificio, entre estos del personal de planta que labora en este, para lo cual se recomienda la dotación de mascarillas antigases y gafas al personal, para su utilización en un evento de emergencia, quienes deberán salir del edificio con su EPP. Además, los alumnos que participen como brigadistas, deberán tener el equipo de protección personal en áreas de fácil acceso o en las oficinas del edificio más cercanas a sus actividades diarias.

En la Tabla 5.59 se expone el equipo de protección personal para la evacuación en caso de una emergencia de incendio para el personal de planta o fijo del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. Cabe señalar que a la cantidad de ciento cuarenta y seis (146) mascarillas y ciento cuarenta y seis (146) gafas se deberá adicionar once (11) equipos de protección personal que corresponden a los

alumnos que participarán como brigadistas (Capítulo 6, Tabla 6.16 hasta la Tabla 6.18).

TABLA 5.59

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LA EVACUACIÓN EN CASO DE UNA EMERGENCIA DE INCENDIO PARA EL PERSONAL DE PLANTA DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PLANTA BAJA	
Artículo (EPP)	Cantidad
Máscara antigases	8
Gafas (plástico)	8
MEZZANINE	
Artículo (EPP)	Cantidad
Máscara antigases	12
Gafas (plástico)	12
PRIMER PISO	
Artículo (EPP)	Cantidad
Máscara antigases	25
Gafas (plástico)	25
SEGUNDO PISO	
Artículo (EPP)	Cantidad
Máscara antigases	17
Gafas (plástico)	17
TERCER PISO	
Artículo (EPP)	Cantidad
Máscara antigases	12
Gafas (plástico)	12
CUARTO PISO	
Artículo (EPP)	Cantidad
Máscara antigases	20
Gafas (plástico)	20
SEXTO PISO	
Artículo (EPP)	Cantidad
Máscara antigases	52
Gafas (plástico)	52

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S

CAPÍTULO 6

MANUAL DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Para diseñar el Manual del Sistema de Seguridad Industrial, en primer lugar fue necesario desarrollar el Plan de Emergencia para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, para luego considerar los principales puntos de este dentro del Programa de Emergencias.

6.1 DESARROLLO DEL PLAN DE EMERGENCIA

El plan de emergencia se estructura en cinco documentos que cubren fases interrelacionadas para su correcta aplicación ya descritas en el Capítulo 2, numeral 2.6.1.

6.1.1 DOCUMENTO 1: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO

6.1.1.1 Riesgo potencial

6.1.1.1.1 Actividades desarrolladas en el edificio y/o servicios con el número de personas que intervienen

Considera las actividades desarrolladas en el edificio y/o servicios con el número de personas que intervienen, de acuerdo a la recolección de información y la metodología expuesta en el numeral 4.1.2 del Capítulo 4, cuyos resultados para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se encuentran en la Tabla 5.40 del Capítulo 5.

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se desarrollan, en términos generales, actividades de docencia, administración, investigación y de servicios. Las áreas en las cuales se dividen las plantas del edificio son: aulas, laboratorios, oficinas, biblioteca, cafeterías, centros de cómputo, departamentos técnicos, bodegas, archivos, baterías higiénicas, entre los principales. El personal que labora en el edificio son: profesores, alumnos, técnicos, administrativos, ayudantes de laboratorio y conserjes o mensajeros. En la Tabla 6.1 se especifican las actividades que se desarrollan en cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

TABLA 6.1

ACTIVIDADES DESARROLLADAS Y PERSONAS QUE LABORAN EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y/O SERVICIOS	NÚMERO DE PERSONAS (OCUPACIÓN REAL DE PERSONAS)
PLANTA BAJA	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios: Laboratorio de Ensayo de Materiales (en esta área también se estaciona el vehículo de Ingeniería Civil y Ambiental), Laboratorio de Hormigón, Laboratorio de Mecánica de Suelos. • Cafetería • Oficina • Bodegas: Bodega IG, Bodega 1, Bodega 2. • Otras áreas: Cuarto de Bombas, Taller Bodega, Cuarto de Energía, Vivienda del Conserje, Cuarto del Generador Hidromecánico, Cuarto del Densímetro Nuclear, Cuarto de cilindros de gases. • Baterías higiénicas: Batería higiénica 1 y Batería higiénica 2. • Lugar que sirve de garaje para el vehículo de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. <p>Adicionalmente los guardias del edificio se encuentran en el ingreso de este.</p>	55

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.1

ACTIVIDADES DESARROLLADAS Y PERSONAS QUE LABORAN EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y/O SERVICIOS	NÚMERO DE PERSONAS (OCUPACIÓN REAL DE PERSONAS)
MEZZANINE	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios: Laboratorio de Ingeniería Ambiental. • Oficinas: Oficina M20, Oficina M19, Oficina M16-M15, Oficina M14, Oficina M13. • Aulas: Aula de audiovisuales, Aula M17-M18, Aula M12. • Otras áreas: Gabinete de Topografía. • Baterías higiénicas: Batería higiénica este 1, Batería higiénica este 2, Batería higiénica oeste 1 y Batería higiénica oeste 2. 	84
PRIMER PISO	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios: Laboratorio de Física, Laboratorio de Investigación MALDITOF, Laboratorio de Biofísica, Laboratorio de Espectroscopía, • Oficinas: Oficina de Ayudantes del Laboratorio de Física, Oficina de Profesores del Laboratorio Física, Oficinas de Profesores del Departamento Física, Administración Departamento Física. • Bodega • Otras áreas: Balcón, Cuarto de Arco Eléctrico, Cuarto de Aerodinámica. • Baterías higiénicas 	88

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.1

ACTIVIDADES DESARROLLADAS Y PERSONAS QUE LABORAN EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y/O SERVICIOS	NÚMERO DE PERSONAS (OCUPACIÓN REAL DE PERSONAS)
SEGUNDO PISO	<ul style="list-style-type: none"> • Oficinas: Oficina de Enlace con Medio Externo, Oficina 210, Oficina 209, Decanato, Subdecanato, Secretaría Decanato, Secretaría de Ingeniería Civil y Ambiental. • Archivos • Aulas: Aula 206, Aula E2, Aula E1. • Otras áreas: Sala de Reuniones, Aula de Grados. • Baterías higiénicas: Batería higiénica - Oficina Decano, Batería higiénica - Oficina Subdecano, Baterías higiénicas generales. 	135
TERCER PISO	<ul style="list-style-type: none"> • Oficinas: Oficina de Proyectos 1, Oficina de Proyectos 2. • Bodega • Aulas: Aula 305B, Aula 305A, Aula 306, Aula 301, Aula 312, Aula 307, Aula 311, Aula 308. • Otras áreas: Biblioteca Jorge Moncayo, Centro de Cómputo, Asociación de Ingeniería Civil, Centro de Copiado. • Baterías higiénicas 	224
CUARTO PISO	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios: Departamento de Física - Laboratorios de Física 1. • Oficinas: Oficina de Ayudantes del Departamento de Física, Departamento de Ciencias Administrativas. • Bodega: Bodega 1, Bodega 2, Bodega 3. • Aulas: Aula 401, Aula 405 (Auditorio General), Aula 410, Aula 409, Aulas CEC 401 a 404. • Otras áreas: Centro de Cómputo - Lab 2, • Baterías higiénicas 	161

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.1

ACTIVIDADES DESARROLLADAS Y PERSONAS QUE LABORAN EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y/O SERVICIOS	NÚMERO DE PERSONAS (OCUPACIÓN REAL DE PERSONAS)
SEXTO PISO	<ul style="list-style-type: none"> • Oficinas: Sala de Sismógrafos y Cafetería, Departamento de Sistemas, Departamento de Electrónica, Departamento de Vulcanología, Departamento de Sismología 1, Departamento de Administración, Departamento de Sismología 2, Oficinas y Cafetería. • Archivo • Bodega • Otras áreas: Servidor (Departamento de Sistemas), Sala de Reuniones, • Baterías higiénicas <p>Además labora la asistente o recepcionista al ingreso del pasillo junto al Archivo.</p>	58
TERRAZA	<ul style="list-style-type: none"> • Terraza: se encuentra el Generador automático de energía eléctrica. • Cuarto de máquinas de los ascensores 	<p>Operador del generador automático de energía eléctrica: 1 persona pero no permanente.</p> <p>Mantenimiento a los ascensores: 4 personas aproximadamente, pero no de forma permanente.</p>

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.1.1.2 Tipo, área ocupada y años de construcción

La altura de cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental es de 2,97 metros y la altura total del edificio es de 24 metros aproximadamente. Los elementos estructurales como paredes están contruidos de hormigón y los pilares y vigas de hormigón armado. En la Tabla 6.2 se expone información adicional del edificio, respecto al tipo de construcción, área ocupada y año de construcción.

TABLA 6.2

TIPO Y AÑO DE CONSTRUCCIÓN Y ÁREA OCUPADA

PLANTAS DEL EDIFICIO	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ÁREA OCUPADA* (m ²)	AÑO DE CONSTRUCCIÓN**
Planta Baja	Z	883,64	1980
Mezzanine	Z	386,30	1980
Primer Piso	Z	796,50	1980
Segundo Piso	Z	779,67	1980
Tercer Piso	Z	764,79	1980
Cuarto Piso	Z	777,93	1980
Sexto Piso	Z	788,14	1980
Terraza	Z	725,12	1980

*: Área sin considerar pasillos.

** : De acuerdo a información del Departamento de la Construcción de la EPN

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.1.1.3 Maquinaria, equipos, sistemas eléctricos y de combustión, y demás elementos generadores de posibles incendios, explosiones, fugas, derrames, entre otros

En la Tabla 6.3 se presentan los aparatos, maquinaria y equipos utilizados en las diferentes actividades del edificio de acuerdo a la recopilación de información del año 2011.

TABLA 6.3

APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (OTROS)
PLANTA BAJA	Cuarto del Generado Hidromecánico <ul style="list-style-type: none"> - Bomba hidromecánica Laboratorio de Ensayo de Materiales <ul style="list-style-type: none"> - Máquina universal grande - Máquina universal mediana - Máquina universal pequeña - Máquina de Ángeles o desgaste de agregados - Máquina cortadora de rocas - Concretera pequeña - Cilindro para presión hidrostática en tuberías - Calentador de Capping - Concretera grande Laboratorio de Hormigón <ul style="list-style-type: none"> - Tamizador eléctrico - Horno 	Cafetería del edificio <ul style="list-style-type: none"> - Cocina 	Cuarto del Densímetro nuclear <ul style="list-style-type: none"> - Densímetro nuclear (fuente radioactiva) Laboratorio de Ensayo de Materiales <ul style="list-style-type: none"> - Máquina de compresión para vigas y tuberías Laboratorio de Hormigón <ul style="list-style-type: none"> - Mezclador para mortero Laboratorio de Mecánica de Suelos <ul style="list-style-type: none"> - Tamizador manual

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.3

APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (OTROS)
PLANTA BAJA	Laboratorio de Mecánica de Suelos <ul style="list-style-type: none"> - Microonda - Máquina triaxial (medición de presión axial y lateral) - Máquina monoaxial (medición de permeabilidad) - Máquina de consolidación - Hornos - Mufla - Tamizador eléctrico Cafetería de Ingeniería Civil de planta baja <ul style="list-style-type: none"> - Microondas - Refrigeradora Licuadora		
MEZZANINE	Oficinas <ul style="list-style-type: none"> - Equipos de cómputo (oficina M13) - Equipos de cómputo (oficina M14) - Equipos de cómputo (oficina M15) - Equipos de cómputo (oficina M16) - Equipos de cómputo (oficina M19) - Equipos de cómputo (oficina M20) Aula de audiovisuales <ul style="list-style-type: none"> - Equipos de cómputo - Infocus Laboratorio de Ingeniería Ambiental <ul style="list-style-type: none"> - Autoclave - Horno 	-	Gabinete de Topografía <ul style="list-style-type: none"> - Estación total - Teodolito

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.3

APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (OTROS)
PRIMER PISO	Laboratorio de Física <ul style="list-style-type: none"> - Equipo eléctrico (práctica de arco eléctrico) - Fuente de radiación antigua Oficina de Ayudantes <ul style="list-style-type: none"> - Equipos de cómputo - Electrodomésticos (televisión, radio, VHS) Oficinas de Profesores <ul style="list-style-type: none"> - Equipos de cómputo Laboratorio de investigación MALDI TOF <ul style="list-style-type: none"> - Espectrómetro de masas Oficinas <ul style="list-style-type: none"> - Equipos de cómputo - Televisor Laboratorio de Biofísica <ul style="list-style-type: none"> - Analizador de tamaño de partículas - Cámara de ultrasonido - Espectrómetro Laboratorio de Espectroscopia <ul style="list-style-type: none"> - Laser - Rayos X 	Laboratorio de Física <ul style="list-style-type: none"> - Mecheros 	Laboratorio de Física <ul style="list-style-type: none"> - Péndulo balístico

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.3

APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (OTROS)
SEGUNDO PISO	Oficinas de Profesores - Equipos de cómputo (oficina 209) - Equipos de cómputo (oficina 210) Secretaría General de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental - Equipos de cómputo Sala de Profesores - Televisor Unidad de Vinculación con el Medio Externo - Equipos de cómputo - Plotter Decanato - Equipos de Cómputo (Secretaría) - Equipos de Cómputo (Decanato) - Equipos de Cómputo (Subdecanato)	-	-
TERCER PISO	Centro de Cómputo - Equipos de Cómputo Asociación de Estudiantes de Ingeniería Civil - Televisor Biblioteca Jorge Moncayo - Equipos de Cómputo	-	-

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.3

APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (OTROS)
TERCER PISO	Copiadora - Equipo de Cómputo - Copiadoras - Televisor - Microondas - Refrigeradora Aula para Proyectos Equipo de Cómputo		
CUARTO PISO	Departamento de Ciencias Administrativas - Equipo de Cómputo - Electrodomésticos Centro de Cómputo (LAB-2) - Equipo de Cómputo Oficinas del Laboratorio de Física - Equipo de Cómputo Laboratorio de Física - Laser	Laboratorio de Física - Mecheros	Laboratorio de Física - Fuente de Alto Voltaje (240 a 250 voltios) - Fuente de Radiación de Estroncio 90 y Uranio US-2
SEXTO PISO	Departamento de Vulcanología - Equipos de Cómputo Departamento de Electrónica - Equipos de Cómputo Departamento de Sismología - Equipos de Cómputo Departamento de Sistemas - Equipos de Cómputo	-	-

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.3

APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES)	APARATOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS (OTROS)
SEXTO PISO	Central de Monitoreo - Sismógrafos - Equipos de Cómputo Área Administrativa - Equipos de Cómputo Recepción Equipos de Cómputo	-	-
TERRAZA	-	-	- Generador Automático de Energía Eléctrica

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.1.1.4 Materia prima usada y desechos generados

En la Tabla 6.4 se presentan la materia prima y desechos generados en el edificio, de acuerdo a la recopilación de información del año 2011.

TABLA 6.4

MATERIA PRIMA Y DESECHOS GENERADOS (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	MATERIA PRIMA	DESECHOS GENERADOS
PLANTA BAJA	- Aceite lubricante - Cemento - Ripio - Arena - Agua - Aditivos - Gas GLP - Madera	- Aceite lubricante - Hormigón - Trozos de madera - Plásticos - Papel - Orgánicos

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.4

MATERIA PRIMA Y DESECHOS GENERADOS (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	MATERIA PRIMA	DESECHOS GENERADOS
MEZZANINE	<ul style="list-style-type: none"> - Productos químicos - Materiales de oficina (papel, lápices, esferos, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Residuos de sustancias químicas - Materiales de oficina - Plásticos - Orgánicos
PRIMER PISO	<ul style="list-style-type: none"> - Gas GLP - Argón y nitrógeno - Materiales de oficina (papel, lápices, esferos, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales de oficina - Plásticos - Orgánicos
SEGUNDO PISO	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales de oficina (papel, lápices, esferos, etc.) - Marcadores de pizarra líquida - Productos de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales de oficina (papel, lápices, esferos, etc.) - Marcadores - Plásticos - Orgánicos - Recipientes de productos de limpieza
TERCER PISO	<ul style="list-style-type: none"> - Papel - Marcadores de pizarra líquida - Productos de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> - Papel - Plásticos - Orgánicos - Marcadores - Recipientes de productos de limpieza
CUARTO PISO	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales de oficina (papel, lápices, esferos, etc.) - Marcadores de pizarra líquida - Productos de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales de oficina (papel, lápices, esferos, etc.) - Plásticos - Orgánicos - Marcadores - Recipientes de productos de limpieza
SEXTO PISO	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales de oficina (papel, lápices, esferos, etc.) - Marcadores de pizarra líquida - Productos de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales de oficina (papel, lápices, esferos, etc.) - Plásticos - Orgánicos - Marcadores - Recipientes de productos de limpieza
TERRAZA	<ul style="list-style-type: none"> - Diesel 	

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.1.1.5 *Materiales peligrosos usados*

En la Tabla 6.5 se expone un listado de materiales peligrosos utilizados en las actividades del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, de acuerdo a la recopilación de información del año 2011.

TABLA 6.5
MATERIALES PELIGROSOS (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	NOMBRE DEL MATERIAL PELIGROSO
PLANTA BAJA	- Aceite lubricante - Aditivos - Gas GLP (cilindro de 15 kg)
MEZZANINE	- Productos químicos*
PRIMER PISO	- Gas GLP (cilindro de 15 kg) - Argón y nitrógeno - Mercurio
SEGUNDO PISO	- Productos de limpieza
TERCER PISO	- Productos de limpieza
CUARTO PISO	- Gas GLP (cilindros de 190 g) - Productos de limpieza
SEXTO PISO	- Productos de limpieza
TERRAZA	- Diesel

*: Inventario de productos químicos del Laboratorio de Ingeniería Ambiental (Ver Anexo No.20)

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.1.1.6 *Situación de los accesos, anchura de las vías públicas o privadas, accesibilidad de vehículos de bomberos, etc.*

En la Tabla 6.6 se expone un listado de accesos, pasillos y vías de normal circulación que pueden ser utilizadas en caso de evacuación para los usuarios del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, de acuerdo a la recopilación de información del año 2011.

TABLA 6.6

ACCESOS, PASILLOS Y VÍAS EN EL EDIFICIO (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	SITUACIÓN DE LOS ACCESOS	PASILLOS	ANCHO DE VÍAS PÚBLICAS O PRIVADAS
PLANTA BAJA	<p><u>Acceso por el ala Oeste por las gradas desde el Mezzanine</u>: este se encuentra abierto a lo largo de toda la jornada laboral que inicia a las 07h00 y termina a las 18h30 aproximadamente.</p> <p><u>Acceso por el ala Este, por las gradas desde el Mezzanine</u>: se encuentra permanentemente cerrado con cadenas y un candado, además existe un obstáculo de madera muy grande.</p> <p><u>Acceso por el ingreso principal al edificio</u>: permanece cerrado parcialmente ya que solo se utiliza para dejar ingresar la materia prima para la planta.</p> <p><u>Acceso desde el exterior al Laboratorio de Ensayo de Materiales por el costado derecho del edificio</u>: permanece la mayoría de tiempo abierto, de acuerdo al horario de labores.</p> <p><u>Acceso desde el exterior del edificio por el Taller – Bodega</u>: permanece cerrado permanentemente; solo se abre en caso de ingreso de materiales.</p>	<p><u>Ancho de pasillo principal</u>: 3,8 metros Se observó materia prima acumulada a los costados del pasillo, en pequeñas cantidades.</p> <p><u>Ancho de pasillos secundarios</u>: 3,7 metros En los pasillos secundarios se evidenció la presencia de muestras de suelo y de hormigón.</p>	<p><u>Ancho de la vía pública (calle Ladrón de Guevara)</u>: 8,4 metros <u>Ancho del acceso a la universidad por la calle Ladrón de Guevara</u>: 3,15 metros.</p> <p><u>Ancho de la vía pública (calle Ladrón de Guevara - Coliseo Rumiñahui)</u>: 16,9 metros. <u>Ancho del acceso por la calle Ladrón de Guevara- Coliseo Rumiñahui</u>: 4,8 metros.</p>
MEZZANINE	<p><u>Acceso desde la entrada principal al edificio por las escaleras</u>: permanece despejado durante la jornada laboral.</p> <p><u>Acceso desde la entrada principal al edificio por los ascensores</u>: son dos ascensores.</p>	<p><u>Ancho del Pasillo principal</u>: 3,8 metros Se encuentra despejado todo el tiempo.</p> <p><u>Ancho del Pasillo secundario</u>: 1,9 metros Existe una puerta de rejillas de metal, en el pasillo secundario del ala oeste. El pasillo secundario permanece despejado todo el tiempo.</p>	-

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.6

ACCESOS, PASILLOS Y VÍAS EN EL EDIFICIO (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	SITUACIÓN DE LOS ACCESOS	PASILLOS	ANCHO DE VÍAS PÚBLICAS O PRIVADAS
PRIMER PISO	<p><u>Acceso desde la entrada principal al edificio por las escaleras:</u> permanece despejado durante la jornada laboral.</p> <p><u>Acceso desde la entrada principal al edificio por los ascensores:</u> son dos ascensores.</p>	<p><u>Ancho del Pasillo principal:</u> 3,5 metros Este permanece despejado todo el tiempo.</p> <p><u>Ancho del Pasillo secundario:</u> 2,3 metros Existen dos puertas de vidrio para ingresar tanto al pasillo del ala este y oeste. En el pasillo secundario del ala oeste, se evidencia la existencia de un escritorio de recepción junto al Balcón. En el pasillo secundario del ala este existe un escritorio pequeño junto a la Oficina de los Ayudantes de Laboratorio de Física.</p>	-
SEGUNDO PISO	<p><u>Acceso desde la entrada principal al edificio por las escaleras:</u> permanece despejado durante la jornada laboral.</p> <p><u>Acceso desde la entrada principal al edificio por los ascensores:</u> son dos ascensores.</p>	<p><u>Ancho del Pasillo principal:</u> 3,8 metros Este permanece despejado todo el tiempo.</p> <p><u>Ancho del Pasillo secundario:</u> 2,2 metros Este permanece despejado todo el tiempo y se evidencia la presencia de una puerta de vidrio antes de ingresar al área de la Secretaría del Decano en el ala oeste.</p>	-
TERCER PISO	<p><u>Acceso desde la entrada principal al edificio por las escaleras:</u> permanece despejado durante la jornada laboral.</p> <p><u>Acceso desde la entrada principal al edificio por los ascensores:</u> son dos ascensores.</p>	<p><u>Ancho del Pasillo principal:</u> 3,8 metros Este permanece despejado todo el tiempo.</p> <p><u>Ancho del Pasillo secundario:</u> 2,2 metros Se observa una puerta de vidrio antes de ingresar a la Biblioteca Jorge Moncayo. El pasillo secundario permanece despejado todo el tiempo.</p>	-

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.6

ACCESOS, PASILLOS Y VÍAS EN EL EDIFICIO (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	SITUACIÓN DE LOS ACCESOS	PASILLOS	ANCHO DE VÍAS PÚBLICAS O PRIVADAS
CUARTO PISO	Acceso desde la <u>entrada principal al edificio por las escaleras</u> : permanece despejado durante la jornada laboral. Acceso desde la <u>entrada principal al edificio por los ascensores</u> : son dos ascensores.	Ancho del Pasillo principal: 3,8 metros Este permanece despejado todo el tiempo. Ancho del Pasillo secundario: 2,2 metros Este permanece despejado todo el tiempo.	-
QUINTO PISO	Acceso desde la <u>entrada principal al edificio por las escaleras</u> : permanece despejado durante la jornada laboral. Acceso desde la <u>entrada principal al edificio por los ascensores</u> : son dos ascensores.	Ancho del Pasillo principal: 3,8 metros Este permanece despejado todo el tiempo. Se observó una puerta de vidrio antes de ingresar al área ocupada anteriormente por el CEC. Ancho del Pasillo secundario: 2,2 metros	-
SEXTO PISO	Acceso desde la <u>entrada principal al edificio por las escaleras</u> : permanece despejado durante la jornada laboral. Se observaron algunos maseteros con plantas en las gradas anteriores al pasillo principal. Acceso desde la <u>entrada principal al edificio por los ascensores</u> : son dos ascensores.	Ancho del Pasillo principal: 3,8 metros Este permanece despejado todo el tiempo. Se observó una puerta de vidrio antes de ingresar al área ocupada por el Instituto Geofísico, así como también una banca y ciertas plantas en maseteros. Ancho del Pasillo secundario: 2,2 metros Este permanece despejado todo el tiempo.	-
TERRAZA	Acceso desde la <u>entrada principal al edificio por las escaleras</u> : permanece despejada durante la jornada laboral.	Ancho del Pasillo principal: 3,8 metros Este permanece despejado todo el tiempo. Se observó una puerta de vidrio antes de ingresar a la Terraza.	-

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

El carro de bomberos ingresará por la calle Ladrón de Guevara en dirección al Hospital Militar. El estacionamiento destinado para el vehículo deberá señalizarse en el lugar más cercano desde el parqueadero hasta el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. El recorrido del vehículo del Cuerpo de Bomberos se esquematiza en la Figura 5.3 del Capítulo 5.

6.1.1.1.7 Ubicación de medios exteriores de protección: hidrantes, etc.

En el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de localización de hidrantes) se presenta la ubicación de los hidrantes más cercanos al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, que en total son dos; el uno se ubica dentro de la Escuela Politécnica Nacional, cercano al edificio del CICAM a una distancia del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de aproximadamente 128 metros, y el segundo se encuentra en la avenida Ladrón de Guevara a aproximadamente 160 metros del mismo edificio.

6.1.1.1.8 Características constructivas del edificio, entre ellas: vías de evacuación, sectores de incendio, resistencia al fuego (RF) de elementos estructurales, etc.

En la Tabla 6.7 se exponen las características constructivas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, de acuerdo a la recopilación de información del año 2011.

TABLA 6.7

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	VÍAS DE EVACUACIÓN	SECTORES DE INCENDIO*	RESISTENCIA AL FUEGO
PLANTA BAJA	Los pasillos que dirigen hacia la salida de evacuación miden 3,70 metros. El ancho de la salida de evacuación es de aproximadamente 1,80 metros y corresponde a la salida principal del edificio ubicada en la planta baja de este.	Esta área está dividida en 15 sectores de incendio.	RF90

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.7

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	VÍAS DE EVACUACIÓN	SECTORES DE INCENDIO*	RESISTENCIA AL FUEGO
MEZZANINE	El pasillo que dirige hacia las gradas de la planta baja mide 1,90 metros de ancho. Las gradas miden 1,20 de ancho. La salida de evacuación será la misma que para la planta baja.	Esta área está dividida en 10 sectores de incendio.	RF90
PRIMER PISO	El pasillo que dirige hacia la salida de emergencia mide 2,30 metros, y las gradas hacia la planta baja miden 1,70 metros de ancho. La salida de evacuación es la que se conoce como salida principal en la planta baja del edificio y miden 1,80 metros de ancho.	Esta área está dividida en 11 sectores de incendio.	RF90
SEGUNDO PISO	El pasillo que dirige hacia la salida de emergencia mide 2,20 metros, y las gradas hacia la planta baja miden 1,70 metros de ancho. La salida de evacuación es la que se conoce como salida principal en la planta baja del edificio y mide 1,80 metros de ancho.	Esta área está dividida en 13 sectores de incendio.	RF90
TERCER PISO	El pasillo que dirige hacia la salida de emergencia mide 2,20 metros, y las gradas hacia la planta baja miden 1,70 metros de ancho. La salida de evacuación es la que se conoce como salida principal en la planta baja del edificio y mide 1,80 metros de ancho.	Esta área está dividida en 13 sectores de incendio.	RF90
CUARTO PISO	El pasillo que dirige hacia la salida de emergencia mide 2,20 metros, y las gradas hacia la planta baja miden 1,70 metros de ancho. La salida de evacuación es la que se conoce como salida principal en la planta baja del edificio y mide 1,80 metros.	Esta área está dividida en 11 sectores de incendio.	RF90

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.7

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO (AÑO 2011)

PLANTAS DEL EDIFICIO	VÍAS DE EVACUACIÓN	SECTORES DE INCENDIO*	RESISTENCIA AL FUEGO
QUINTO PISO	El pasillo que dirige hacia la salida de emergencia mide 2,20 metros, y las gradas hacia la planta baja miden 1,70 metros de ancho. La salida de evacuación es la que se conoce como salida principal en la planta baja del edificio y mide 1,80 metros de ancho.	Esta área está dividida en 14 sectores de incendio.	RF90
SEXTO PISO	El pasillo que dirige hacia la salida de emergencia mide 2,20 metros, y las gradas hacia la planta baja miden 1,70 metros de ancho. La salida de evacuación es la que se conoce como salida principal en la planta baja del edificio y mide 1,80 metros.	Esta área está dividida en 10 sectores de incendio.	RF90
TERRAZA	El pasillo que dirige hacia la salida de emergencia mide 3,80 metros, y las gradas hacia la planta baja miden 1,70 metros de ancho. La salida de evacuación es la que se conoce como salida principal en la planta baja del edificio y mide 1,80 metros.	Esta área constituye 1 sector de incendio.	RF90

*: está constituido por la parte del edificio, limitado por elementos resistentes a la carga de fuego existente, en el espacio que ellos delimiten. En su ausencia, el sector de incendio está constituido por todo el edificio.

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.1.1.9 Número máximo de personas a evacuar en cada área con el cálculo de ocupación, según los criterios de la normativa vigente

La ocupación fue determinada utilizando los criterios del Capítulo 2 numeral 2.6.1.4, cuyos cálculos y resultados para el mezzanine se encuentran en el numeral 5.2 del Capítulo 5 y para las demás plantas en el Anexo No.17 "Capacidad de ocupación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental". En la Tabla 5.41 del Capítulo 5 se presentan los valores de ocupación en el momento de evacuación (P) calculados para el edificio.

6.1.1.1.10 Breve descripción de las empresas, edificios, industrias, entre otras organizaciones aledañas o cercanas que puedan generar amenazas para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental

Las organizaciones que funcionan en edificios aledaños al de Ingeniería Civil y Ambiental son:

- Hidráulica
- Facultad de Ciencias Administrativas
- Centro de Investigación de la Vivienda
- Departamento de Ciencias Nucleares
- Laboratorio de Aguas y Microbiología

Hidráulica

Este edificio se encuentra ubicado al lado oeste del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental y su construcción es del año 1965 aproximadamente.

En el área donde se realizan prácticas de Hidráulica se observaron vigas de madera, mientras que en el resto del edificio las lozas son de hormigón.

El edificio cuenta con una planta subterránea (prácticas de Hidráulica), planta baja, dos pisos y terraza. Los usos que se le da al edificio son los siguientes: Asociación de Ingeniería Ambiental, oficinas de profesores, Laboratorio de Hidráulica, sala de reuniones, bodegas, dormitorio del conserje, baterías higiénicas. De acuerdo a las actividades que se llevan a cabo no existen riesgos significativos que puedan afectar al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

Facultad de Ciencias Administrativas

Este edificio se encuentra ubicado en la parte posterior (lado norte) del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental y su construcción es del año 1950 aproximadamente. Las vigas que sostienen cada planta son de madera, así como sus pisos.

El edificio cuenta con una planta subterránea, planta baja y primer piso. Actualmente, se realizaron arreglos y acondicionamientos a todo el edificio.

Los usos que se le da al edificio de la Facultad de Ciencias Administrativas son los siguientes: aulas de clase, oficinas de profesores, oficinas administrativas, baterías higiénicas y bodega.

De acuerdo a las actividades que se llevan a cabo no existen riesgos altos, sin embargo, por el tipo de construcción, materiales como cielo falso y sistema de cableado en abundancia, el riesgo de incendio debe considerarse.

Centro de Investigación de la Vivienda

Este edificio se encuentra ubicado al lado este del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, es uno de los edificios más nuevos y cuenta con un área para prácticas de Ingeniería Civil y otra de oficinas y aulas.

En las oficinas se observaron equipos de cómputo en las oficinas, pero no extintores. Toda la estructura del edificio es reforzada y de hormigón.

Las actividades que se desarrollan en este centro de investigación constituyen un riesgo especialmente para el personal y los estudiantes, debido al material pesado y la maquinaria utilizada.

Departamento de Ciencias Nucleares

Este edificio se encuentra ubicado en lado sur del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental; se ha mantenido en constante ampliación y remodelación de acuerdo a las necesidades de las actividades que aquí se realizan. Toda la estructura de la construcción se encuentra reforzada, especialmente en el área donde se encuentra la fuente de Cobalto 60.

En el área denominada Acelerador de Electrones existen oficinas administrativas y de ingenieros, equipos de laboratorio, una cafetería pequeña y área de acopio temporal de materiales irradiados.

Los principales riesgos existentes son: riesgo de exposición a radiación, riesgo de incendio y riesgo eléctrico.

Durante la visita se observó una correcta señalización, extintores y hoja de contactos para situaciones de emergencias. Además se conoció que mantienen un plan de emergencias para estas instalaciones.

Laboratorio de Aguas y Microbiología

Esta construcción se encuentra ubicada frente (lado sur) al edificio de Hidráulica, diagonal al Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. Su construcción es de mucho antes del año 1975 aproximadamente.

En este lugar se llevan a cabo análisis físicos, químicos y microbiológicos de aguas y existen equipos tales como: mufla, estufa, horno, espectrofotómetro, balanza electrónica, etc.

El laboratorio funciona en una sola planta, donde las paredes son de hormigón, el tumbado es de zinc, y además cuenta con un sistema de ventilación artificial.

El principal riesgo existente es por sustancias químicas que se utilizan para los análisis, así como también existe dificultad para la evacuación en caso de emergencia ya que la vía de acceso es muy angosta.

Para describir las principales características de los edificios aledaños en cuanto a la tendencia de generar riesgo se utilizó la Matriz del INHST de España.

Fue necesario visitar y recopilar información en cada uno de los edificios mencionados en los párrafos anteriores, cuyo análisis y evaluación se presenta en

el Anexo No.13 “Matriz general de riesgos del INSHT – Edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”. Además, en la Figura 4.2 del Capítulo 4 se presenta la ubicación de los edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

6.1.1.1.11 Factores naturales aledaños o cercanos que puedan generar amenazas para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

La zona donde se ubica el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental presenta los siguientes factores naturales que pueden implicar riesgo:

Riesgo sísmico y volcánico⁹

El riesgo (aplicado a factores naturales) es una conjunción territorial de elementos vulnerables y amenazas; existe riesgo cuando una comunidad o sus asentamientos tienen al mismo tiempo elementos de vulnerabilidad y una exposición a uno o varios peligros, que sean de origen natural o antrópicos.

La ciudad de Quito ha sufrido varios terremotos que han dejado muchas víctimas, daños materiales y huellas graves en la economía, desde el año 1587; por lo menos 5 eventos mayores han afectado a la capital del Ecuador. Toda la franja occidental costeña del país y toda la Sierra Norte (incluyendo Quito) están clasificadas como zona de alto peligro (zona IV). Cabe mencionar que Quito al poseer un patrimonio arquitectónico está expuesto a serios daños.

La proximidad de Quito al volcán Guagua Pichincha ha hecho que esta ciudad tenga que vivir graves eventos, como el del año de 1999 que perturbó todas las actividades y tuvo consecuencias significativas (cierre del aeropuerto, de los establecimientos escolares, entre otros).

La intensidad de acuerdo al Mapa N° 1 “Terremotos con intensidades superiores a VIII en el Ecuador 1541 – 1998” para la provincia de Pichincha es de VIII,

mientras que de acuerdo al Mapa A “Nivel de amenaza sísmica por cantón en el Ecuador”, Quito tiene un grado de amenaza 3 (tres) que constituye el más alto. Según el Mapa C “Nivel de amenaza volcánica por cantón en el Ecuador”, Quito tiene un grado de 3 (tres), valorado como muy alto de acuerdo a la información obtenida del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional.

Adicionalmente, en el Mapa N° 3 “Erupciones volcánicas históricas en el Ecuador” se observa que la provincia de Pichincha es una zona de concentración de volcanes donde el número de erupciones volcánicas va de 1 (uno) a 15 (quince).

Estancamiento de aguas lluvias

No existen cunetas para la conducción del agua lluvia hacia el alcantarillado. Se observó la presencia de pequeñas rejillas circulares (radio aproximado 6 cm.), así como también, unas rejillas rectangulares (ancho 12cm. y largo 1,80 cm.) ubicadas a lo largo del ingreso posterior al Laboratorio de Ensayo de Materiales y a la vivienda del conserje.

De acuerdo a lo evidenciado en días lluviosos, el agua lluvia se estanca en el ingreso al edificio, dificultando la libre circulación de personas, a lo cual se suma el tránsito de vehículos (vehículos del Instituto Geofísico, taxis y distribuidores de productos para la Cafetería del edificio) existentes en el lugar.

Tormentas eléctricas y caída de rayos²⁸

“El rayo es una enorme chispa o corriente eléctrica que circula entre dos nubes o entre una nube y la tierra”. El rayo puede cruzar kilómetros de distancia y se origina un tipo de nube denominada de tormenta. “La cantidad real de electricidad transferida desde la nube a tierra es muy pequeña, pues es solamente por una fracción de segundo, aunque capaz de quemar lo que toca y electrocutar a los seres vivos. El daño que causa el rayo se debe en gran parte al calor que origina”.

El edificio cuenta con un pararrayos ubicado en la terraza, constituido por una varilla puntiaguda de metal buen conductor de electricidad, unida por un grueso cable de cobre a una plancha del mismo metal introducida profundamente en tierra, lo cual permite que el rayo al tocar la punta metálica, se descargue a tierra sin causar daños.

6.1.1.2 Evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo se realizó cualitativamente y cuantitativamente, utilizando la metodología descrita en el numeral 4.1.2 del Capítulo 4 y los resultados obtenidos se presentan en el numeral 5.1 del Capítulo 5.

Además, en el Anexo No.19 “Mapas” se adjuntan todos los mapas realizados para cada planta del edificio: identificación de riesgos, letreros de señalización, localización de equipos técnicos para emergencia, ruta de evacuación, entre otros.

6.1.1.3 Planos de situación y emplazamiento

En el Capítulo 3 “Situación actual del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental” se presenta una memoria de la información recopilada del edificio en estudio durante el año 2011, y los mapas de la distribución tanto actual como futura se presentan en el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de distribución actual y Mapa de distribución futura).

6.1.2 DOCUMENTO 2: MEDIOS DE PROTECCIÓN

6.1.2.1 Inventario de medios técnicos

6.1.2.1.1 Paneles de detección, pulsadores, alarmas u otros (detalle de cantidad, dispositivo, ubicación y características de los mismos)

Medios disponibles

En la Tabla 6.8 se exponen los medios técnicos de protección disponibles en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, de acuerdo a la recopilación de información del año 2011.

TABLA 6.8

MEDIOS TÉCNICOS DISPONIBLES (AÑO 2011)

PLANTA DEL EDIFICIO	MEDIO TÉCNICO	CANTIDAD	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
PLANTA BAJA	Pulsador para el Quinto Piso	1	Hall de Planta Baja (ingreso al edificio), junto a la cabina telefónica	Colocado sobre la pared con un recubrimiento de plástico transparente.
MEZZANINE	-	-	-	-
PRIMER PISO	-	-	-	-
SEGUNDO PISO	-	-	-	-
TERCER PISO	Alarma	1	Centro de Cómputo	Posee opciones para: incendio (bomberos), robo (empresa de seguridad), emergencia médica (ambulancia), sin embargo, solo se utiliza para prevenir robos.
CUARTO PISO	-	-	-	-
QUINTO PISO	Alarma	1	Pasillo	Sin funcionamiento
SEXTO PISO	Alarma	1	Recepción	Sin funcionamiento
TERRAZA	-	-	-	-

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Medios necesarios

En la Tabla 6.9 se exponen los medios técnicos de protección necesarios en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, de acuerdo a la propuesta del Capítulo 5, numeral 5.3.

TABLA 6.9
MEDIOS TÉCNICOS NECESARIOS (AÑO 2011)

PLANTA BAJA		
Nombre del área de estudio	Área (m²)	Número de detectores de humo
Bodega IG	21,06	1
Bodega 2	8,17	1
Bodega 1	3,25	1
Taller – Bodega	45,41	1
Cafetería	27,6	0
Vivienda del mensajero	67,62	1
Laboratorio de Hormigón	93,22	1
Cuarto Densímetro Nuclear	32,00	1
Pasillos	172,12	3
MEZZANINE		
Nombre del área de estudio	Área (m²)	Número de detectores de humo
Aula de Audiovisuales	31,98	1
Laboratorio de Ingeniería Ambiental	62,41	1
Pasillos	138,05	1
PRIMER PISO		
Nombre del área de estudio	Área (m²)	Número de detectores de humo
Bodega	61,62	1
Laboratorio de Física	235,41	1
Oficinas Profesores Departamento Física	129,56	1
Administración Departamento Física	61,62	1
Pasillos	144,43	3
SEGUNDO PISO		
Nombre del área de estudio	Área (m²)	Número de detectores de humo
Decanato	42,38	1
Subdecanato	40,73	1
Secretaría Decanato	29,6	1
Secretaría de Ingeniería Civil y Ambiental	63,96	1
Oficina 209	179,58	1

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN
MEDIOS TÉCNICOS NECESARIOS (AÑO 2011)

SEGUNDO PISO		
Nombre del área de estudio	Área (m²)	Número de detectores de humo
Pasillos	138,42	3
TERCER PISO		
Nombre del área de estudio	Área (m²)	Número de detectores de humo
Biblioteca	119,65	1
Centro de Copiado	7,61	1
Centro de Cómputo	64,78	1
Pasillos	146,64	3
CUARTO PISO		
Nombre del área de estudio	Área (m²)	Número de detectores de humo
Centro de Cómputo - Lab 2	61,61	1
Departamento de Ciencias Administrativas	153,66	1
Pasillos	146,64	3
SEXTO PISO		
Nombre del área de estudio	Área (m²)	Número de detectores de humo
Archivo	16,44	1
Bodega	61,62	1
Sala de Sismógrafos y Cafetería	110,7	1
Departamento de Sistemas	37,27	1
Departamento de Administración	65,62	1
Pasillos	166,10	3

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
 ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En cuanto a las redes de alarmas de emergencia se propone instalar dos (tipo 1 y tipo 2).

La red de alarmas de emergencia (tipo 1) es para activar la alarma en caso de emergencia y dar por terminada la emergencia; Esta red se instalará en todos los pisos con dos frecuencias distintas; la primera frecuencia (activar la alarma) puede ser accionada por cualquier persona que se encuentre en el edificio y perciba una situación de emergencia; la segunda frecuencia (dar por terminada la

emergencia) se accionará únicamente desde la secretaría del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso).

La red de alarmas de emergencia (tipo 2) es para evacuación y se colocará en todos los pisos del edificio. La activación de esta red de alarmas se realizará únicamente desde la secretaría del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso).

En el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de localización de medios técnicos para emergencias a implementarse) se presenta la distribución y localización de las dos redes de alarmas, con sus respectivos pulsadores de emergencia.

6.1.2.1.2 Sistemas para evacuación de humos

Medios Disponibles

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental no existen sistemas para evacuación de humos en lugares como laboratorios, donde la implementación de estos es indispensable debido a los vapores que se generan como en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental, Calentador capping y Cuarto de la cortadora de rocas (Laboratorio de Ensayo de Materiales).

Adicionalmente, el edificio en estudio dispone de ventoleras en cada compartimiento, consideradas como sistemas de ventilación natural, de aproximadamente 30 cm. de alto por 40 cm. de ancho. Sin embargo, a ciertas horas del día, cuando la ocupación de las oficinas y aulas es completa, el ambiente se vuelve poco confortable.

Medios Necesarios

Se recomienda colocar ventilación artificial especialmente en los ambientes cerrados de trabajo o de poca circulación de aire, de acuerdo al Art. 53 del

Capítulo V del “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”. En el Tabla 6.10 se resumen las áreas de cada planta del edificio donde se recomienda instalar sistemas de evacuación de humos, de acuerdo a los resultados obtenidos de la Matriz general de riesgos del INSHT (Ver Anexo No.12).

TABLA 6.10
MEDIOS NECESARIOS DE EVACUACIÓN DE HUMO RECOMENDADOS

PLANTA DEL EDIFICIO	ÁREA A MEJORAR LA EVACUACIÓN DE HUMOS
PLANTA BAJA	Calentador capping y Cuarto de la cortadora de rocas (Laboratorio de Ensayo de Materiales).
MEZZANINE	Laboratorio de Ingeniería Ambiental.

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Para los demás pisos del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se recomienda mejorar la ventilación en aulas y oficinas, de acuerdo a los resultados obtenidos de la Matriz general de riesgos del INSHT (Ver Anexo No.12).

6.1.2.1.3 Extintores (cantidad, agente extintor, ubicación, eficacia, capacidad, etc.)

Medios disponibles

En la Tabla 6.11 se exponen los extintores disponibles en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, de acuerdo a la recopilación de información del año 2011.

TABLA 6.11

NÚMERO DE EXTINTORES DISPONIBLES (AÑO 2011)

PLANTA DEL EDIFICIO	AGENTE EXTINTOR	CANTIDAD	UBICACIÓN	CAPACIDAD
PLANTA BAJA	PQS	1	Cafetería de Ingeniería Civil y Ambiental	10 lb
MEZZANINE	PQS	1	Laboratorio de Ingeniería Ambiental	10 lb
PRIMER PISO	CO ₂	1	Laboratorio de Física ala oeste	Descargado
	PQS	1	Laboratorio de Espectroscopia / Rayos Láser	5 lb
SEGUNDO PISO	-	0	-	-
TERCER PISO	PQS	2	Biblioteca Jorge Moncayo	10 lb
CUARTO PISO	-	0	-	-
SEXTO PISO	a) PQS b) CO ₂	a) 4 b) 1	a) Vulcanología, Cafetería, Sismología y Electrónica. b) Servidor (Departamento de Sistemas)	a) 10 lb b) 5 lb
TERRAZA	-	0	-	-

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Medios necesarios

El número de extintores necesarios para el edificio (Tabla 6.12) se calculó tomando como referencia la Norma NFPA 10 y el “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios, Capítulo II, Extintores Portátiles Contra Incendio del Ecuador, considerando además las características de los extintores presentes en el mercado. Las tablas que respaldan el cálculo antes mencionado se adjuntan en el Anexo No.18 “Cálculo de extintores en función de la carga térmica”.

TABLA 6.12

NÚMERO DE EXTINTORES NECESARIOS A SER INSTALADOS

	Tipo de Fuego	Tipo de extintor NFPA 10 (eficacia)	Extintores en el mercado		Áreas que cubre
			Número	Agente extintor (capacidad)	
PLANTA BAJA	A	4A	3	CO ₂ (10 lb)	Batería Higiénica 1, Batería Higiénica 2, Cuarto de Energía, Cuarto Generador Hidromecánico, Oficina, Laboratorio de Mecánica de suelos, Cuarto Densímetro Nuclear.
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Cuarto de Bombas
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Bodega IG
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Bodega 1
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Bodega 2
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Taller Bodega
	A,B y C	4A ó 20B	1	CO ₂ (10 lb)	Cafetería
	A,B y C	4A ó 20B	1	PQS (5 lb)	Vivienda del Conserje
	A y C	3A	1	CO ₂ (5 lb)	Laboratorio de Ensayo de Materiales
	A y C	4A	1	CO ₂ (10 lb)	Laboratorio de Hormigón
C	-	2	CO ₂ (10 lb)	Cuarto Energía, Cuarto Generador Hidromecánico, Oficina, Laboratorio de Mecánica de Suelos.	
MEZZANINE			Extintores en el mercado		Áreas que cubre
	Tipo de Fuego	Tipo de extintor	Número	Agente extintor y capacidad	
	A	4A	3	CO ₂ (10 lb)	Batería higiénica este 1, Batería higiénica este 2, Batería higiénica oeste 1, Batería higiénica oeste 2, Oficina M20, Oficina M19, Aula M17-M18, Oficina M16-M15, Oficina M14, Oficina M13, Aula M12, Gabinete de Topografía.
	A y C	2A	2*	CO ₂ (5 lb)	Aula de Audiovisuales
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Laboratorio de Ingeniería Ambiental
C	-	2	CO ₂ (10 lb)	Oficina M20, Oficina M19, Oficina M16 M15, Oficina M14, Oficina M13	
PRIMER PISO			Extintores en el mercado		Áreas que cubre
	Tipo de Fuego	Tipo de extintor	Número	Agente extintor y capacidad	
	A	4A	3	CO ₂ (10 lb)	Baterías Higiénicas, Oficina de ayudantes y profesores del Laboratorio Física, Laboratorio de Investigación MALDITOF, Laboratorio de Biofísica, Laboratorio Espectroscopía, Cuarto de Arco eléctrico, Cuarto de Aerodinámica
	A y C	4A	1	CO ₂ (10 lb)	Bodega
	A, B y C	2A	1	PQS (5 lb)	Laboratorio Física
	A y C	2A	2*	CO ₂ (5 lb)	Administración - Departamento de Física
A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Oficinas de profesores del Departamento Física	

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.12

NÚMERO DE EXTINTORES NECESARIOS A SER INSTALADOS

	C	-	2	CO ₂ (10 lb)	Oficina de ayudantes y profesores del Laboratorio Física, Laboratorio de Investigación MALDITOF, Laboratorio Biofísica, Laboratorio Espectroscopía, Cuarto de Arco eléctrico, Cuarto de Aerodinámica.
SEGUNDO PISO	Tipo de Fuego	Tipo de extintor	Extintores en el mercado		Áreas que cubre
			Número	Agente extintor y capacidad	
	A	10A	2	PQS (10 lb)	Batería higiénica - Oficina del Decano, Batería higiénica - Oficina Subdecano, Baterías higiénicas, Decanato, Subdecanato, Secretaría del Decanato, Sala de Reuniones, Aula de Grados, Oficina de Vinculación con Medio Externo, Secretaría General Ingeniería Civil y Ambiental, Aula 206, Aula E2, Aula E1, Oficina 210.
	A	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Archivos
	A y C	3A	1	CO ₂ (5 lb)	Oficina 209
	C	-	4*	CO ₂ (10 lb)	Decanato, Subdecanato, Secretaría Decanato, Sala de Reuniones, Aula de Grados, Oficina de Enlace con Medio Externo, Secretaría General Ingeniería Civil y Ambiental, Oficina 210.
TERCER PISO	Tipo de Fuego	Tipo de extintor	Extintores en el mercado		Áreas que cubre
			Número	Agente extintor y capacidad	
	A	6A	2	PQS (10 lb)	Bodega, Baterías higiénicas, Aula 305B, Aula 305A, Aula 306, Aula 301, Aula 312, Aula 307, Aula 311, Aula 308, Asociación de Ingeniería Civil.
	A y C	4A	1	CO ₂ (10 lb)	Centro de Copiado
	A y C	2A	2*	CO ₂ (5 lb)	Centro de Cómputo
	A y C	2A	1	PQS (5 lb)	Oficina de Proyectos 2
	A y C	2A	1	PQS (5 lb)	Oficina de Proyectos 1
	A y C	4A	2*	CO ₂ (10 lb)	Biblioteca
C	-	1	CO ₂ (5 lb)	Asociación de Ingeniería Civil	
CUARTO PISO	Tipo de Fuego	Tipo de extintor	Extintores en el mercado		Áreas que cubre
			Número	Agente extintor y capacidad	
	A	6A	2	PQS (10 lb)	Bodega 1, Bodega 2, Bodega 3, Baterías Higiénicas, Aula 401, Aula 405 (Auditorio General), Aula 410, Aula 409, Aulas CEC 401 a 404
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Oficina de Ayudantes del Departamento de Física
	A y C	2A	2*	CO ₂ (5 lb)	Centro de Cómputo - Lab 2
	A, B y C	2A ó 5B	2	PQS (5 lb)	Departamento de Física - Laboratorios de Física
A y C	2A	2*	CO ₂ (5 lb)	Departamento de Ciencias Administrativas.	

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.12

NÚMERO DE EXTINTORES NECESARIOS A SER INSTALADOS

	Tipo de Fuego	Tipo de extintor	Extintores en el mercado		Áreas que cubre
			Número	Agente extintor y capacidad	
SEXTO PISO	A	4A	3	CO ₂ (10 lb)	Servidor (Departamento de Sistemas), Baterías higiénicas, Archivo, Departamento de Electrónica, Sala de Reuniones.
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Archivo
	A	4A	1	PQS (5 lb)	Bodega
	A y C	3A	2*	CO ₂ (5 lb)	Sala de Sismógrafos y Cafetería 1
	A y C	2A	2*	CO ₂ (5 lb)	Departamento de Sistemas
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Departamento de Vulcanología
	A y C	3A	2*	CO ₂ (5 lb)	Departamento de Sismología 1
	A y C	2A	2*	CO ₂ (5 lb)	Departamento de Administración
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Departamento de Sismología 2
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Oficinas y Cafetería 2
	C	-	2	CO ₂ (10 lb)	Departamento de Electrónica, Departamento de Vulcanología, Sala de Reuniones.
	C	-	1	CO ₂ (5 lb)	Servidor (Departamento de Sistemas)
TERRAZA	A, B y C	3A ó 10B	1	CO ₂ (10 lb)	Terraza
			1	CO ₂ (10 lb)	
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Cuarto con cables eléctricos y redes
	A y C	2A	1	CO ₂ (5 lb)	Cuarto de máquinas de los ascensores

*: áreas críticas donde el número de extintores se duplicó para disminuir el riesgo de incendio de acuerdo a la metodología de Gretener.

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.2.1.4 Escaleras de evacuación y lámparas de emergencia

Medios disponibles

Actualmente, el edificio no tiene identificadas las escaleras de emergencia. Sin embargo, se consideran como escaleras para evacuación de personas, las

escaleras de ingreso y salida de uso normal del edificio. En la Tabla 6.13 se presentan los medios disponibles en cuanto a escaleras y lámparas de emergencia.

TABLA 6.13
ESCALERAS DE EVACUACIÓN Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA
DISPONIBLES

PLANTA DEL EDIFICIO	MEDIO TÉCNICO	CANTIDAD	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
PLANTA BAJA	a) No hay escaleras pero si salidas	2	a.1) Puerta lanford: Laboratorio Ensayo Materiales. a.2) Al final del pasillo principal se encuentra la salida principal del edificio.	Conducen al exterior del edificio
MEZZANINE	a) Escaleras de uso normal y escaleras internas que comunican con la planta baja	2	a.1) Escaleras de uso normal se ubican al final del pasillo principal. a.2) Escaleras internas en el ala este y oeste.	Conducen a la planta baja, y a su vez al exterior del edificio.
PRIMER PISO	a) Escaleras de uso normal	1	a) Al final del pasillo principal de la planta	Conducen a la planta baja, y a su vez al exterior del edificio.
SEGUNDO PISO	a) Escaleras de uso normal	1	a) Al final del pasillo principal de la planta	Conducen a la planta baja, y a su vez al exterior del edificio.
TERCER PISO	a) Escaleras de uso normal b) Lámparas de emergencia	a) 1 b) 2	a) Al final del pasillo principal de la planta b) Biblioteca Jorge Moncayo	a) Conducen a la planta baja, y a su vez al exterior del edificio. b) Suministro de energía autónoma
CUARTO PISO	a) Escaleras de uso normal	1	a) Al final del pasillo principal de la planta	Conducen a la planta baja, y a su vez al exterior del edificio.

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.13

ESCALERAS DE EVACUACIÓN Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA DISPONIBLES

PLANTA DEL EDIFICIO	MEDIO TÉCNICO	CANTIDAD	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
QUINTO PISO	a) Escaleras de uso normal	1	a) Al final del pasillo principal de la planta	Conducen a la planta baja, y a su vez al exterior del edificio.
SEXTO PISO	a) Escaleras de uso normal	1	a) Al final del pasillo principal de la planta	Conducen a la planta baja, y a su vez al exterior del edificio.
TERRAZA	a) Escaleras de uso normal	1	a) Al final del pasillo principal de la planta	Conducen a la planta baja, y a su vez al exterior del edificio.

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Medios necesarios

De acuerdo a los resultados de la Tabla 5.42 y Tabla 5.43 del Capítulo 5, es necesario ampliar el ingreso principal al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental en la planta baja, para que cumpla con el valor mínimo recomendado por la normativa que es de 2,40 metros. Además, tanto el número mínimo de salidas del edificio como el número total mínimo de escaleras en función de la ocupación de cada planta deberán ascender a dos. Por lo tanto, se recomienda la implementación de una escalera de emergencia en el ala este del edificio (pasillo secundario), que vaya desde el sexto piso hasta la planta baja con acceso a esta, desde cada planta. Las salidas desde cada piso del edificio hacia la escalera de emergencia cumplirán con el ancho mínimo de 2,40 metros.

En la Tabla 6.14 se presenta la ubicación y el número de lámparas de emergencia necesarias para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, de acuerdo al desarrollo expuesto en el Capítulo 5, numeral 5.5.1.

TABLA 6.14

LÁMPARAS DE EMERGENCIA NECESARIAS A SER INSTALADAS

PLANTA BAJA	
Ubicación (área)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	4
Pasillo principal	1
Laboratorio Ensayo de Materiales (ala oeste + ala este)	4
Laboratorio Mecánica de Suelos	1
Laboratorio Hormigón	1
Cuarto de máquinas (Cuarto de bombas)	1
Gradas	1
Gradas ala oeste	1
Gradas ala este	1
Gradas principales	1
MEZZANINE	
Ubicación (área)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	4
Pasillo principal	1
Aula de Audiovisuales	1
Laboratorio de Ingeniería Ambiental	1
Oficina M15-M16	1
Gradas Principales	1
PRIMER PISO	
Ubicación (área)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	4
Pasillo principal	1
Oficina de profesores, Departamento de Física	1
Administración, Departamento de Física	1
Laboratorio de Física (ala este)	2
Gradas Principales	1
SEGUNDO PISO	
Ubicación (área)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	4
Pasillo principal	1
Decanato	1
Subdecanato	1
Secretaría del Decanato	1
Sala de Reuniones	1
Enlace con el Medio Externo	1
Secretaría de Ingeniería Civil y Ambiental	1
Oficina 209	1
Gradas Principales	1
TERCER PISO	
Ubicación (área)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	4
Pasillo principal	1
Biblioteca Jorge Moncayo	2
Centro de Cómputo	1
Gradas Principales	1

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.14

LÁMPARAS DE EMERGENCIA NECESARIAS A SER INSTALADAS

TERCER PISO	
Ubicación (área)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	4
Pasillo principal	1
Biblioteca Jorge Moncayo	2
Centro de Cómputo	1
Gradas Principales	1
CUARTO PISO	
Ubicación (área)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	4
Pasillo principal	1
Oficina de Ayudante, Departamento de Física	1
Aula 405 (Auditorio General)	1
Centro de Cómputo LAB2	1
Departamento de Ciencias Administrativas	2
Recepción, Departamento de Ciencias Administrativas	1
Gradas Principales	1
QUINTO PISO	
Ubicación (área)	Número de lámparas
Gradas Principales	1
SEXTO PISO	
Ubicación (área)	Número de lámparas
Pasillo secundario (ala oeste + ala este)	4
Pasillo principal	2
Sala de Sismógrafos	1
Departamento de Sismología 1	1
Departamento de Sismología 2	1
Departamento de Sistemas	1
Departamento de Administración	1
Departamento de Electrónica	1
Departamento de Vulcanología	1
Gradas Principales	1
TERRAZA	
Ubicación (área)	Número de lámparas
Cuarto de máquinas (ascensores)	2
Gradas Principales	1

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.2.1.5 Sistemas fijos de extinción (hidrantes y gabinetes contra incendios)

Medios disponibles

El edificio en estudio cuenta con dos (2) hidrantes, los cuales abastecerán el fluido de agua en caso de emergencia; uno se encuentra en la Calle Ladrón de Guevara y el otro en las cercanías del edificio de CICAM (Ver Anexo No.19 “Mapas” -Mapa de localización de hidrantes-).

En el quinto piso del edificio, en las aulas de posgrado 1 y 2, existen rociadores que pertenecían al CEC, sin embargo, en la actualidad esta planta está desocupada.

Medios necesarios

Los dos (2) hidrantes abastecen el suministro de agua en caso de emergencia del edificio. Sin embargo, en las afueras del edificio en la planta baja se debe instalar una “boca de incendio equipada” y diseñar una cisterna acorde a la normativa y metodología planteada en el numeral 4.3.2.

Las especificaciones técnicas de los sistemas fijos mencionados se presentan en el Capítulo 5, numeral 5.1.5.3 y 5.3.2.

6.1.2.1.6 Señalización de todo lo anterior

Actualmente, el edificio no cuenta con letreros de señalización de los medios técnicos mencionados.

La señalización de los medios técnicos necesarios se presenta en los mapas del Anexo No.19 “Mapas”, mientras que la metodología para el diseño de cada uno de ellos se encuentra en el Capítulo 4, numeral 4.4. y el desarrollo en el Capítulo 5, numeral 5.4.

6.1.2.1.7 Botiquines de primeros auxilios

Medios disponibles

En la Tabla 6.15 se exponen los botiquines de primeros auxilios identificados en el edificio, de acuerdo a la recopilación de información del año 2011.

TABLA 6.15

BOTIQUINES DE PRIMEROS AUXILIOS DISPONIBLES (AÑO 2011)

PLANTA DEL EDIFICIO	UBICACIÓN DEL BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	CARACTERÍSTICAS
PLANTA BAJA	Pasillo Principal	No abastecido, en desuso
MEZZANINE	-	-
PRIMER PISO	-	-
SEGUNDO PISO	-	-
TERCER PISO	-	-
CUARTO PISO	-	-
QUINTO PISO	-	-
SEXTO PISO	Oficina	Habilitado
TERRAZA	-	-

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Medios necesarios

Se debe implementar un botiquín de primeros auxilios en la Secretaría de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso) para la atención de incidentes y accidentes leves, que puedan ser solventados por el Equipo de Primeros Auxilios. Caso contrario, la secretaria de la facultad se comunicará con la Unidad de Bienestar Estudiantil de la EPN, para asistir en el menor tiempo posible a la persona accidentada.

El abastecimiento del botiquín de primeros auxilios deberá ser constante. El Subdecano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargará de esta actividad.

6.1.2.2 Inventario de medios humanos

Dadas las condiciones del edificio, los equipos o brigadas están constituidas por personas de cada planta y de las distintas áreas existentes, las cuales se mencionan a continuación:

- Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (FICA): planta baja, mezzanine, segundo piso, tercer piso, cuarto piso y quinto piso.
- Departamento de Física: primer piso y cuarto piso.
- Departamento de Ciencias Administrativas (DEPCA): cuarto piso.
- Instituto Geofísico (IG): sexto piso y terraza.

Actualmente, el quinto piso no se encuentra ocupado; sin embargo, se han colocado como integrantes de las brigadas o equipos de atención a emergencias, personas que en el futuro puedan pertenecer a esta planta (Ver Anexo No.19 “Mapas” -Mapa de distribución actual-).

6.1.2.2.1 Equipo o brigada de alarma y evacuación (E.A.E.)

Las dos primeras personas de cada piso mencionadas en la Tabla 6.16 del Equipo de alarma y evacuación se ubicarán en el ala este y oeste del pasillo secundario respectivamente, mientras que la tercera persona designada por cada planta del edificio permanecerá junto a las gradas para bajar hacia la planta baja donde se encuentra la salida principal del edificio, dirigiendo a todas las personas con calma y en orden.

Los guardias de seguridad del edificio y de la EPN guiarán a las personas del edificio hacia la zona de seguridad. Uno de los guardias de seguridad del edificio

permanecerá en la planta baja dirigiendo a las personas hacia la zona de seguridad e impidiendo que otras personas ingresen al edificio, mientras que el otro guardia del edificio se encargará de dirigirse hacia la zona de seguridad señalizando la ruta de evacuación con conos y cintas. Este último guardia de seguridad del edificio, al terminar la señalización permanecerá en la zona de seguridad para recibir a las personas evacuadas.

El guardia de seguridad de la garita que se encuentra en el ingreso a la EPN de la calle Ladrón de Guevara en dirección al Hospital Militar se colocará en el primer giro de la ruta de evacuación. El guardia de la garita que se encuentra en el ingreso a la EPN de la calle Ladrón de Guevara en dirección al Coliseo Rumiñahui se ubicará en el punto de la ruta de evacuación cercana al parqueadero (Ver Anexo No.19 – Mapa de ruta de evacuación hacia la zona de seguridad-).

Tres guardias de la EPN señalarán los alrededores del edificio, para impedir que las personas ingresen al área. Todos los miembros del E.A.E. después de ayudar a la evacuación de las personas que les corresponden por cada piso del edificio, se unirán a las personas evacuadas y seguirán la ruta señalizada hacia la zona de seguridad ubicada en la cancha de fútbol de la Escuela Politécnica Nacional. El primer miembro del E.A.E. que llegue a la zona de seguridad se encargará de contabilizar a las personas que vayan llegando.

TABLA 6.16

EQUIPO O BRIGADA DE ALARMA Y EVACUACIÓN

PLANTAS DEL EDIFICIO	No.	INTEGRANTES	CARGO EN EL EDIFICIO
PLANTA BAJA	1	Ayudante 1	Ayudante del Laboratorio de Hormigón
	2	Profesor 1	Profesor de FICA
	3	Guardia de seguridad	Guardia de seguridad del edificio
MEZZANINE	1	Alumno 1	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
	2	Profesor 2	Profesor de FICA
	3	Profesor 3	Profesor de FICA

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.16

EQUIPO O BRIGADA DE ALARMA Y EVACUACIÓN

PLANTAS DEL EDIFICIO	No.	INTEGRANTES	CARGO EN EL EDIFICIO
PRIMER PISO	1	Alumno 2	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
	2	Alumno 3	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
PRIMER PISO	3	Ayudante 1	Ayudante del Laboratorio de Física
SEGUNDO PISO	1	Alumno 4	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
	2	Alumno 5	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
	3	Técnico 1	Unidad de Vinculación con el Medio Externo
TERCER PISO	1	Alumno 6	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
	2	Alumno 7	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
	3	Ayudante 1	Ayudante del Centro de Cómputo
CUARTO PISO	1	Alumno 8	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
	2	Ayudante 1	Ayudante del LAB 2
	3	Asistente 1	Asistente del Departamento de Física

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN**TABLA 6.16****EQUIPO O BRIGADA DE ALARMA Y EVACUACIÓN**

PLANTAS DEL EDIFICIO	No.	INTEGRANTES	CARGO EN EL EDIFICIO
QUINTO PISO	1	Alumno 9	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
	2	Alumno 10	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
	3	Profesor 1	Profesor de postgrado
SEXTO PISO Y TERRAZA	1	Técnico 1	Técnico del Instituto Geofísico
	2	Técnico 2	Técnico del Instituto Geofísico
	3	Técnico 3	Técnico del Instituto Geofísico

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

En total se contará con el apoyo de 24 personas del edificio para el E.A.E., de los cuales 10 serán estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil o Ambiental y las demás pertenecerán a áreas técnicas, departamentos y Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

6.1.2.2.2 Equipo o brigada de primeros auxilios (E.P.A.)

En la Tabla 6.17 se presentan las personas del E.P.A. encargadas de prestar atención a accidentados o personas con lesiones leves.

TABLA 6.17

EQUIPO O BRIGADA DE PRIMEROS AUXILIOS

PLANTA DEL EDIFICIO	INTEGRANTES	CARGO EN EL EDIFICIO
PLANTA BAJA	Profesor 4	Profesor de FICA
MEZZANINE	Profesor 5	Profesor de FICA
PRIMER PISO	Administrativo 1	Asistente del Departamento de Física
SEGUNDO PISO	Técnico 2	Unidad de vinculación con el medio externo
TERCER PISO	Administrador	Responsable del Centro de Copiado
CUARTO PISO	Ayudante 2	Ayudante Laboratorio Física
QUINTO PISO	Profesor 2	Profesor de postgrado
SEXTO PISO Y TERRAZA	Administrativo 1	Recepcionista del IG

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.2.2.3 Equipos de Primera Intervención (E.P.I.)

En la Tabla 6.18 se presentan las personas designadas para formar parte del E.P.I.

TABLA 6.18

EQUIPO O BRIGADA DE PRIMERA INTERVENCIÓN

PLANTA DEL EDIFICIO	INTEGRANTES	CARGO EN EL EDIFICIO
PLANTA BAJA	Ayudante 1	Ayudante del Laboratorio de Mecánica de Suelos
	Ayudante 1	Ayudante de Laboratorio de Ensayo de materiales
MEZZANINE	Ayudante 1	Ayudante del Laboratorio de Ingeniería Ambiental
	Profesor 6	Profesor de FICA
PRIMER PISO	Conserje/Trabajador 1	Conserje o Trabajador de planta
	Profesor 1	Profesor del Departamento de Física
SEGUNDO PISO	Conserje 2	Conserje de planta
	Profesor 7	Profesor de FICA
TERCER PISO	Conserje 3	Conserje de planta
	Alumno 11	Alumno de Ingeniería Civil o Ambiental
CUARTO PISO	Conserje 4	Conserje de planta
	Ayudante 3	Ayudante Laboratorio Física
QUINTO PISO	Conserje 5	Conserje de planta
	Profesor 3	Profesor de postgrados
SEXTO PISO Y TERRAZA	Conserje 6	Técnico del Instituto Geofísico
	Técnico 4	Técnico del Instituto Geofísico

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
 ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.2.2.4 *Equipo de Segunda Intervención (E.S.I.)*

En la Tabla 6.19 se presentan los miembros del E.S.I. designados de cada una de las plantas del edificio, para apoyar al E.P.I.

TABLA 6.19

EQUIPO O BRIGADA DE SEGUNDA INTERVENCIÓN

PLANTA DEL EDIFICIO	INTEGRANTES	CARGO EN EL EDIFICIO
PLANTA BAJA	Profesor 8	Profesor de FICA
MEZZANINE	Profesor 9	Profesor de FICA
PRIMER PISO	Ayudante 4	Ayudante del Laboratorio de Física
SEGUNDO PISO	Profesor 10	Profesor de FICA
TERCER PISO	Ayudante 1	Ayudante Biblioteca Jorge Moncayo
CUARTO PISO	Administrativo 1	Asistente del Departamento de Ciencias Administrativas
QUINTO PISO	Ayudante 1	Centro de Cómputo
SEXTO PISO Y TERRAZA	Técnico 5	Profesional de IG

FUENTE: Escuela Politécnica Nacional, edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, 2011.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.2.2.5 *Jefe de Emergencia (J.E.)*

El Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental actuará como J.E. y será quien dé la orden de activar las alarmas de acuerdo a la situación, desde el centro de control.

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se recomienda la implementación de dos centros de control, que serán las oficinas de la Secretaría del Decanato y la Secretaría General de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

6.1.2.2.6 Jefe de alarma y evacuación (J.A.E.)

El Técnico 1 de la Unidad de Vinculación con el Medio Externo que labora en el segundo piso del edificio será el J.A.E. del Equipo o brigada de alarma y evacuación.

6.1.2.2.7 Jefe de primeros auxilios (J.P.A.)

El Administrativo 1 (Asistente del Departamento de Física) del primer piso del edificio será designado como J.P.A. en el Plan de Emergencia dirigiendo al Equipo o brigada de primeros auxilios.

6.1.2.2.8 Jefe de Intervención (J.I.)

Como J.I. se ha nominado al profesor de la materia de Seguridad Industrial de la carrera de Ingeniería Ambiental, quien deberá cumplir con las actividades dispuestas en el Capítulo 2 en el numeral 2.6.1.2. y dirigirá al E.P.I y E.S.I.

6.1.2.3 Planos del edificio por plantas

En el Anexo No.19 "Mapas" se presentan los mapas de cada planta del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, donde se detalla lo siguiente:

- Mapa de identificación de riesgos en general
- Mapa de señalización de advertencia a implementarse

- Mapa de señalización de obligaciones y prohibiciones a implementarse
- Mapa de localización de medios técnicos para emergencias a implementarse
- Mapa de señalización de evacuación a implementarse
- Mapa de Usted está aquí - vías de evacuación
- Mapa de ruta de evacuación hacia la zona de seguridad
- Mapa de localización de hidrantes

6.1.3 DOCUMENTO 3: PROTOCOLO DE ALARMA Y COMUNICACIONES PARA EMERGENCIAS

6.1.3.1 Detección de la emergencia

Actualmente, el edificio en estudio no cuenta con una forma clara de detección de emergencias. La única forma posible es la detección humana para cualquier tipo de emergencia. Sin embargo, la detección de incendio también puede ser automática, a través de la implementación de detectores de humo. A continuación se presentan las formas de detección de emergencias.

Terremoto, temblores fuertes

Por medio de la detección humana se podrá conocer la emergencia de terremoto o temblores fuertes; sin embargo, es importante anotar que a través de los medios de comunicación y el Instituto Geofísico que se encuentra en el sexto piso del edificio, se podrá conocer del avance del terremoto/temblor fuerte.

El J.E. será quien anuncie la alarma de emergencia (tipo 1) y la alarma de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Incendio

Por medio de la detección humana se podrá conocer la emergencia de incendio. Cuando una persona visualice fuego o humo en el edificio deberá inmediatamente oprimir el pulsador de emergencia más cercano (Ver Anexo No.19 “Mapas”). Además, los detectores de humo podrán alertar de la existencia de incendio.

El J.E. será quien anuncie la alarma de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Rayos, tormentas eléctricas

Con la información previa difundida por la Dirección de Aviación Civil (DAC) o del INAMHI, se podrá conocer de la presencia de rayos o tormentas eléctricas.

El J.E. será quien anuncie la alarma de emergencia (tipo 1) y la alarma de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Amenazas de atentado (bomba)

La detección de amenazas de atentado será humana. La persona que presencie una acción rara o una llamada de amenaza deberá inmediatamente oprimir el pulsador de emergencia más cercano (Ver Anexo No.19 “Mapas”) y comunicar a los guardias de seguridad del edificio, a las secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental o al Jefe de Emergencia.

El J.E. será quien anuncie la alarma de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Erupción volcánica y/o caída de ceniza

Una erupción volcánica puede ser comunicada por medios como; la televisión, internet, radio, teléfono o prensa.

El J.E. será quien anuncie la alarma de emergencia (tipo 1), de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Conmoción social

La conmoción social puede iniciarse por manifestaciones pacíficas o inesperadas en o cerca a la Escuela Politécnica Nacional, en la ciudad de Quito, así como, por noticias divulgadas sin una verdadera base de confiabilidad, lo cual puede originar que las personas se descontrolen.

Una vez identificada la existencia de la conmoción, el J.E. deberá asegurarse del origen de esta para dar las órdenes de alerta o alarma de evacuación.

El J.E. será quien anuncie la alarma de emergencia (tipo 1), de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Robo

Toda persona que haya sido víctima de un robo o haya presenciado uno, deberá inmediatamente oprimir el pulsador de emergencia más cercano (Ver Anexo No.19 “Mapas”) y comunicar a los guardias del edificio, a las Secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental o al Jefe de Emergencia.

Los contactos de las personas encargados de manejar situaciones de emergencia se colocarán en las carteleras de cada planta del edificio.

El J.E. será quien anuncie la alarma de terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Incidente o accidente

Quien sufra un incidente/accidente o presencie uno deberá inmediatamente oprimir el pulsador de emergencia más cercano (Ver Anexo No.19 “Mapas”) y comunicarlo al J.E. o a la secretaria del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, para que la brigada de primeros auxilios actúe, y en caso de ser un asunto grave se solicitará ayuda a la Unidad de Bienestar Social de la EPN.

El J.E. será quien anuncie la alarma de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Los resultados de las metodologías utilizadas en el presente estudio, señalan las principales actividades de riesgo y áreas de riesgo que existen en el edificio (Ver anexos No.12, No.13, No.14, No.15 y No.16 y Capítulo 5 numeral 5.1).

6.1.3.2 Aplicación de la alarma

6.1.3.2.1 Protocolos de operación

Terremoto, temblores fuertes

Se seguirán los siguientes pasos:

Antes

No es posible prevenir un terremoto o temblor fuerte ya que es un evento de origen natural; sin embargo, a través de medios de comunicación se puede conocer de la emergencia.

Durante

A continuación se establecen los pasos a seguir para enfrentar la emergencia de terremoto/temblores fuertes:

- Mantener la calma y el orden tanto individual como grupal.
- Se procederá inmediatamente a abrir las puertas del área, oficina o aula, para evitar su atascamiento debido a las sacudidas.
- Toda persona que se encuentre dentro de las instalaciones del edificio deberá permanecer en el lugar donde se encuentre hasta que termine el movimiento. Se aplicará:
 - o Triángulo de la vida, que requiere que toda persona se ubique en cuclillas con la cabeza baja al lado del escritorio (Ver Figura 6.1).

FIGURA 6.1
TRIÁNGULO DE LA VIDA



FUENTE: Dr. M. Luis Carlos, Escuela de Ingenieros Militares, El triangulo de la vida. Una aproximación a una polémica teoría, Bogotá, 2012.
ELABORACIÓN: Dr. M. Luis Carlos.

- *Drop, Cover and Hold On*, técnica recomendada por la Cruz Roja Americana para compartimientos sin mobiliario, que requiere que toda persona se agache, cubra, sostenga y espere (Ver Figura 6.2).

FIGURA 6.2
TÉCNICA DROP, COVER AND HOLD ON



FUENTE: University of Washington, www.washington.edu/emergency/prepare/drop_cover, 2012.

ELABORACIÓN: University of Washington.

- Desde el centro de control, el Jefe de Emergencia activará la alarma de emergencia (tipo 1). Luego de terminada la emergencia se comunicará a través de la alarma tipo 1, o en caso de ser necesario se activará la alarma tipo 2 que indica la necesidad de evacuación. Toda la información recibida por el J.E. debe ser confirmada por los jefes de los equipos o brigadas y los responsables de áreas o departamentos de los pisos del edificio, a través de comunicaciones telefónicas o de conversaciones directas. Además, el J.E. solicitará apoyo al J.I. para este tipo de acciones en caso de considerarlo necesario. Cabe mencionar que el tipo de emergencia para terremotos o temblores fuertes es general.
- Inmediatamente, al escuchar la alarma tipo 1 de emergencia, todas las brigadas se encontrarán atentas al llamado por parte del J.E. para actuar en cualquier momento.
- El J.E. luego de la emergencia y de informarse sobre la situación interna y externa del edificio a través de los medios de comunicación o

del J.I., decidirá sí es necesario activar la alarma tipo 2 de evacuación, para lo cual deberá comunicarse de inmediato con el Equipo de Alarma y Evacuación, para que se encargue de dirigir a las personas hacia la zona de seguridad. Toda persona se dirigirá de manera rápida y ordenada a través de las vías de evacuación hacia la salida.

- En el caso de los estudiantes, todos permanecerán con su grupo bajo la supervisión del profesor o ayudante responsable, de acuerdo al horario de clase respectivo, quienes serán los responsables de evacuar en forma ordenada y en calma a los estudiantes hasta que estos lleguen al pasillo, lugar desde el cual los miembros de la brigada de E.A.E. se encargarán de continuar con la evacuación a través de las vías de evacuación hasta la zona de seguridad.
- Se deberá tomar en cuenta que antes de que las personas evacuen deberán guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio.
- La zona de seguridad es la cancha de fútbol de la Escuela Politécnica Nacional, lugar en el que el Equipo de Alarma y Evacuación procederá a contabilizar las personas presentes. El mapa de evacuación se encontrará ubicado en las carteleras de cada planta (Ver Anexo No.19 "Mapas" -Mapa de rutas de evacuación hacia la zona de seguridad-).
- En caso de que se detecten heridos, el E.A.E. lo comunicará de forma urgente al J.E. para que el Equipo de Primeros Auxilios actúe inmediatamente guiado por el E.A.E.
- El E.P.A. se encargará de comunicar al J.E. si es necesario solicitar ayuda externa, ya sea a la Unidad de Bienestar Social o a hospitales para atención a heridos o personas que necesiten de un servicio médico especializado.
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, policía nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas y responsables de planta en caso de emergencia, se mantendrá por vía telefónica.

Después

- Las actividades se reanudarán después de que el J.E. así lo crea conveniente, previo la información proporcionada por las brigadas o los medios de comunicación que se tengan al alcance como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- La Unidad de Bienestar Social en caso de haber atendido a heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos y se comunique lo ocurrido.

Incendio

Antes

- Los cilindros de GLP deberán almacenarse externamente con protecciones, mientras que los cilindros de butano/propano de menor tamaño serán almacenadas con cuidado, alejados de fuentes de ignición.
- Mantener las hojas de seguridad de sustancias químicas al alcance de quienes trabajan con ellas, para que identifiquen si son o no inflamables y tengan cuidado durante el manejo (trabajar en lugares abiertos y ventilados).
- Mantener el orden y la limpieza en las áreas, pasillos y accesos, impidiendo que existan objetos o materiales que impidan el libre tránsito del personal, o que puedan representar material combustible y propaguen el fuego.
- Alejar los materiales combustibles (papeles, telas, cortinas, alfombras, etc.) de las fuentes de ignición.
- Arrojar los fósforos, colillas o elementos previamente apagados en recipientes adecuados.

- Los líquidos combustibles se deberán almacenar en envases perfectamente cerrados, en ambientes frescos y ventilados.
- Utilizar las instalaciones eléctricas adecuadamente sin sobrecargarlas.
- Brindar mantenimiento a las instalaciones eléctrica, evitando realizar reparaciones provisionales.
- Las cajas de breakers, toma corrientes y redes eléctricas deberán contar con las protecciones adecuadas y nunca encontrarse expuestas. En caso de desactivar puntos eléctricos, se deberá blindar los extremos expuestos de los cables.
- Brindar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos, maquinaria y artefactos eléctricos a través del personal técnico, para que se encuentren en buen estado.
- La señalización de los lugares de riesgo de incendio permitirá que el personal y usuarios del edificio se encuentren prevenidos de las actividades que pueden realizar.
- La capacitación continua a todo el personal del edificio permitirá hacerles conocer sobre el riesgo de incendio y las medidas que deben tomarse para prevenir y actuar frente a este.

Durante

Se seguirán los siguientes pasos:

- Mantener la calma y el orden tanto individual como del grupo.
- Oprimir el pulsador de la alarma para comunicar la emergencia, y en caso de conocer sobre la extinción de incendios y uso de los extintores se procederá a combatir inmediatamente el fuego hasta que lleguen los brigadistas.
- El Jefe de Emergencia será comunicado del incendio de inmediato, y procederá a contactarse con el Jefe de Intervención. El J.I. se comunicará y guiará al Equipo de Primera Intervención, para que acudan al lugar inmediatamente y utilicen los medios técnicos de la

planta para controlar o apagar el incendio. Toda la información recibida por el J.E. debe ser confirmada y proporcionada por el J.I.

- El J.I. se comunicará con el J.E. para comunicar si se trata de un conato de emergencia, de una emergencia parcial o de una emergencia general, así como también, la necesidad de apoyo del Equipo de Segunda de Intervención con medios técnicos de otros pisos o si se debe solicitar ayuda externa (Cuerpo de Bomberos, hospitales, Policía Nacional, etc.).

En caso de un conato de emergencia, el J.E. procederá a activar la alarma tipo 1 de terminación de emergencia, una vez que el J.I. le comunique que el fuego ha sido controlado con éxito, y la evacuación se podrá realizar únicamente del personal que se encuentra en el área afectada (aula, oficina o ala del edificio), en caso de ser necesaria. Para la evacuación, el J.E. se pondrá en contacto con el E.A.E.

Si la emergencia es parcial, el J.E. procederá a comunicar la evacuación de una o dos plantas del edificio al E.A.E. El E.P.I. junto con el E.S.I. deberán acudir a combatir el incendio dirigidos por el J.I.

El J.I. determinará si es necesario el apoyo de medios externos, y en caso de requerirlo se comunicará con el J.E. para que lo solicite.

Si la emergencia es general, el J.E. activará la alarma tipo 2 de evacuación para todo el edificio. Además, comunicará al E.A.E. y llamará inmediatamente al Cuerpo de Bomberos y hospitales más cercanos.

El J.E. designará al J.I. para que dirija al E.P.I. junto con el E.S.I., quienes deberán acudir a combatir el incendio hasta la llegada del apoyo externo.

- El J.E. se comunicará con el J.P.A. para que comunique la necesidad de apoyo al E.P.A. de acuerdo a la información obtenida a través del J.I.

- La evacuación deberá iniciarse por la planta afectada y los pisos más altos del edificio, considerando que en la planta baja se encontrarán miembros del E.A.E. que los dirigirá desde la salida del edificio hasta la zona de seguridad. Las evacuaciones posibles son:
 - a) De un aula.
 - b) De un ala del nivel del edificio.
 - c) De una o varias plantas del edificio.
 - d) De la totalidad del edificio.

Se deberá tomar en cuenta que antes de que las personas evacuen, deberán guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio.

- La zona de seguridad es la cancha de fútbol de la Escuela Politécnica Nacional, lugar en el que el Equipo de Alarma y Evacuación procederán a contabilizar las personas presentes. El mapa de evacuación se encontrará ubicado en las carteleras de cada planta (Ver Anexo No.19 "Mapas" -Mapa de rutas de evacuación hacia la zona de seguridad-).
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas y responsables de planta, en caso de emergencia, se mantendrá vía telefónica.

Después

- Se reanudará toda actividad previa orden del J.E., una vez que se haya inspeccionado el área, planta o todo el edificio por parte del Cuerpo de Bomberos y de los equipos humanos de emergencias.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números

de teléfono de familiares cercanos, para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comunique lo ocurrido.

Rayos, tormentas eléctricas

Antes

No es posible prevenir un rayo o tormenta eléctrica ya que son eventos de origen natural. Sin embargo, a través de medios de comunicación se puede conocer de la emergencia.

Durante

Se considerarán los siguientes pasos de operación:

- Mantener la calma y el orden tanto individual como grupal.
- Una vez analizada la necesidad de activar la alarma tipo 1 de emergencia, de acuerdo a los reportes de los medios de televisión, internet, radio, entre otros de credibilidad, el J.E. llamará al E.A.E. quienes se encargarán de que toda persona que se encuentre dentro en las instalaciones del edificio permanezca en el lugar donde se encuentra, hasta que termine el evento y no tengan contacto con equipos energizados o conectados a redes de energía eléctrica. Toda la información recibida por el J.E. debe ser confirmada por los jefes o responsables de áreas o departamentos de los pisos del edificio, a través de comunicaciones telefónicas o de conversaciones directas. Además, el J.E. solicitará apoyo al J.I. para este tipo de acciones en caso de considerarlo necesario.
- El J.E. deberá solicitar el apoyo al J.I. y al E.P.I. para que se encarguen de revisar que las conexiones eléctricas de cada planta del edificio se encuentren desconectadas.
- En el caso de que los daños no sean significativos (de acuerdo al reporte del J.I.), se reanudará toda actividad en el edificio una vez dada la orden

por el J.E., activando la alarma tipo 1 de terminación de la emergencia. Caso contrario, esta persona activará la alarma tipo 2, para que el E.A.E. se encargue de evacuar a las personas. Además, el J.I. verificará si se necesita de la ayuda del E.P.A.; en caso de ser así, le comunicará de inmediato al J.E para que se contacte con el J.P.A (dirigirá al E.P.A.).

En caso de un conato de emergencia, de una emergencia parcial o general por posible fuego identificado, se procederá como en la operación para incendios.

Se deberá tomar en cuenta que antes de que las personas evacuen, deberán guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio.

- El Jefe de primeros auxilios se encargará de comunicar la necesidad de solicitar el apoyo de hospitales en caso de necesitarlo a través del J.E.
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas y responsables de planta en caso de emergencia, se mantendrá vía telefónica.

Después

- Se reanuda toda actividad previa orden del J.E., una vez que se haya inspeccionado el área, planta o todo el edificio por parte de las instituciones externas y de los equipos humanos de emergencias del edificio. Además, se tomará en cuenta la información de los medios de comunicación que se tengan al alcance como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la secretaria de la Facultad de

Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comuniquen lo ocurrido.

Amenazas de atentado (bomba)

Antes

- Cualquier situación extraña o fuera de lo normal realizada por personas que no son conocidas en el edificio, o de aparición de objetos o paquetes no comunes en las áreas de las plantas o pasillos del edificio, deberá comunicarse inmediatamente a los guardias del edificio, J.E., secretaria del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.
- No brindar información confidencial a personas desconocidas.
- Los guardias del edificio deberán controlar e inspeccionar el ingreso de paquetes o equipos al edificio, así como cualquier situación no común.

Durante

- Mantener la calma y el orden tanto individual como del grupo.
- El Jefe de Emergencia será comunicado del estado de emergencia, por medio de la secretaria del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, así como también del Supervisor de seguridad de la EPN, y activará la alarma tipo 1 de emergencia.
- Inmediatamente el J.E. se contactará con el Supervisor de seguridad y si la situación ya fue resuelta, activará la alarma tipo 1 de terminación de emergencia, caso contrario se comunicará con la Policía Nacional.
- Una vez establecida la emergencia general, el J.E. se comunicará con el E.A.E. y activará la alarma tipo 2 para evacuar. Los mapas y vías de evacuación, al igual que en los casos anteriores, deberán ser observados en las carteleras del edificio.

Se deberá tomar en cuenta que antes de que las personas evacuen, deberán guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio.

- El Jefe de Emergencia pedirá al Jefe de Intervención y E.P.I. que procedan a apoyar al Supervisor y personal de seguridad de la EPN y Policía Nacional, en la inspección de las instalaciones del edificio.
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas e instituciones externas se mantendrá vía telefónica.

Después

- Se reanudará toda actividad, si así lo creen conveniente el J.E. junto con el Supervisor de seguridad de la EPN y el Jefe de operación de la Policía Nacional; caso contrario, se suspenderá toda actividad en el edificio hasta nuevo aviso.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comunique lo ocurrido.

Erupción volcánica y/o caída de ceniza

Antes

No es posible prevenir una erupción volcánica y/o caída de ceniza, ya que son eventos de origen natural. Sin embargo, a través de medios de comunicación se puede conocer de la emergencia.

Durante

Se procederá de la siguiente manera:

- Mantener la calma y el orden tanto individual como del grupo.
- El Jefe de Emergencia será comunicado del estado de emergencia, y procederá a contactar al Equipo de Emergencia y Evacuación, quienes procederán a informar a las personas del edificio.
- Toda persona deberá permanecer en espacios cubiertos, prohibiéndose la salida a espacios abiertos. Si la caída de ceniza es fuerte, se cerrarán las puertas y ventanas, manteniendo la suficiente ventilación y abriendo 1/4 las puertas de los pasillos.
- En caso de una erupción volcánica, se procederá de manera similar al plan de actuación de terremotos y temblores fuertes.
- Mientras la situación no lo permita, no se evacuará el edificio; sin embargo, el Equipo de Alarma y Evacuación deberá estar atento a cualquier llamado.
- Se deberá tomar en cuenta que antes de que las personas evacuen, deberán guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio. Esta emergencia es una emergencia general.
- El J.P.A. guiará al Equipo de Primeros Auxilios para prestar atención a las personas que lo necesiten, previo aviso por parte del J.E. Además, en caso de requerir apoyo de instituciones externas de salud, se solicitará al J.E.
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas e instituciones externas se mantendrá vía telefónica.

Después

- Solo se reanudarán las actividades después de que el J.E. así lo crea conveniente, una vez informado por los medios de comunicación que se tengan al alcance, como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la Secretaría de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comunique lo ocurrido.

Conmoción social

Antes

En caso de ocurrencia de una manifestación social en la ciudad, en los alrededores o dentro de la universidad, que se realice pacíficamente, se continuará normalmente con toda actividad, pero siempre considerando la posibilidad de que se puedan tornar violentas y pongan en peligro la seguridad de las personas.

Durante

Para este caso se procederá de la siguiente manera:

- En caso de tomarse violentas las manifestaciones sociales, el Jefe de Emergencia procederá a contactar al E.A.E. para que informe a todas las personas del edificio de los sucesos, y activará la alarma tipo 1 de emergencia.
- Se esperará el aviso de continuar o suspender las actividades por parte del Jefe de Emergencia.

- Mientras la situación no lo permita, no se evacuará el edificio. Sin embargo, el Equipo de Alarma y Evacuación deberá estar atento a cualquier llamado.
- Los guardias del edificio se encargarán de mantener la seguridad en el edificio y no dejarán salir ni ingresar a ninguna persona, hasta que el J.E. ordene que debe hacerse.
- Se recomienda a todos los ocupantes del edificio guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio.
- Una vez superada la emergencia, el J.E. procederá a activar la alarma tipo 1 de terminación de la emergencia, caso contrario, solicitará apoyo externo a los guardias de seguridad de la E.P.N. y a la Policía Nacional.
- El Equipo de Primeros Auxilios dirigido por el J.P.A atenderá a las personas que lo necesiten, o solicitará ayuda a la Unidad de Bienestar Social y hospitales.
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas e instituciones externas se mantendrá vía telefónica.

Después

- Solo se reanudarán las actividades después de que el J.E. así lo crea conveniente, una vez informado por los medios de comunicación que se tengan al alcance como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la Secretaría de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comuniquen lo ocurrido.

Robos

Para este caso se procederá de la siguiente manera:

Antes

Un robo se puede prevenir siendo cauteloso al utilizar computadoras portátiles, celulares o equipos de valor en lugares o edificios de uso público.

Se recomienda recoger todos los materiales utilizados después de cada clase o práctica en las aulas del edificio, y en caso de encontrar objetos olvidados, reportarlos o entregarlos a las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

Durante

- Informar inmediatamente al guardia del edificio, quien reportará a su Superior para iniciar la búsqueda de sospechosos en el edificio y en toda la universidad. Así también, él o los guardias del edificio comunicarán de lo sucedido en las oficinas de la Secretaría del Decanato o se contactarán directamente con el Jefe de Emergencia.
- El J.E. se comunicará con los jefes de las brigadas y con los responsables de área de cada planta del edificio, para que puedan informar cualquier situación sospechosa y transmitirla al Supervisor de seguridad de la universidad. En caso de heridos, el J.E. solicitará ayuda al E.P.A. a través del J.P.A., y de ser necesario a la Unidad de Bienestar Social.
- El Supervisor de seguridad informará al J.E. si es necesario comunicarse con la Policía Nacional o si la situación ya ha sido resuelta por ellos. En el caso de que no se haya podido resolver, el J.E. procederá a comunicar lo sucedido a las autoridades, para que con ayuda del personal de seguridad y el Supervisor de seguridad de la EPN, puedan encontrar al o los culpables.

- Las secretarías, tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas e instituciones externas se mantendrá vía telefónica.

Después

- Solo se reanudarán las actividades después de que el J.E. así lo crea conveniente, una vez informado por los medios de comunicación que se tengan al alcance como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comunique lo ocurrido.

Incidentes o accidentes

Antes

Para prevenir incidentes o accidentes, es importante que todos quienes realizan sus labores en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental consideren el uso de EPP (Ver Capítulo 5, numeral 5.6), conozcan los riesgos inherentes a su labor, cumplan con los procedimientos y mantenimientos de equipos y sean capacitados continuamente, entre los puntos más importantes.

En el presente trabajo se ha analizado, evaluado y estimado el riesgo, así como también se ha propuesto el uso de EPP de acuerdo a los riesgos identificados (Ver Anexo No.12 “Matriz general de riesgos del INSHT – Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”, No.14 “Matriz de tareas específicas” y No.15 “Metodología Apell”).

Los temas de capacitación recomendados para los usuarios del edificio se presentan dentro de este capítulo, en el numeral 6.1.5.3.

Durante

Para este caso se procederá de la siguiente manera:

- Quien haya sufrido el incidente/accidente o estado presente, activará inmediatamente la alarma tipo 1 de emergencia y procederá a comunicarse con las secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.
- El J.E. una vez en conocimiento de lo sucedido, llamará al J.P.A. para que junto con el E.P.A. acudan en ayuda de la o las personas que han sufrido un incidente o accidente.
- El J.P.A. reportará inmediatamente al J.E. para comunicar la situación de emergencia, en caso de haber solucionado la situación. La o las personas serán llevadas al Servicio Médico de la Unidad de Bienestar Social de la universidad para su valoración o atención complementaria.
- Si la situación de los pacientes es grave, el J.E. se comunicará con los hospitales cercanos para que acudan a la universidad.
- El J.E. también se comunicará con la brigada de E.A.E. para que apoye al E.P.A. durante el traslado de los pacientes en caso de ser varios, con la finalidad de facilitarles el ingreso y llegada hacia el lugar del incidente o accidente, así como de la salida con las personas afectadas.

Después

- Solo se reanudarán las actividades después de que el J.E. así lo crea conveniente, una vez informado por los medios de comunicación que se tengan al alcance como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- El J.E. deberá solicitar información a los hospitales donde se hayan trasladado a heridos o a la Unidad de Bienestar Social, para que reporten la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de

familiares cercanos para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comuniquen lo ocurrido.

6.1.3.2.2 Tipos de alarmas

La descripción técnica y la determinación del sistema de alarmas se encuentran en el Capítulo 5, numeral 5.3.4. A continuación se presentan brevemente las redes de alarmas propuestas:

Red de alarmas tipo 1

- Alarma de emergencia (sonido continuo durante 5 segundos con un nivel de intensidad sonora entre 75 y 80 decibeles).

La alarma puede ser activada por cualquier persona que se encuentre en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental para dar aviso general de la emergencia a todo el edificio, de acuerdo a los protocolos de actuación mencionados en el presente Plan de Emergencia. Además, se comunicará a la secretaría del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso).

- Alarma de terminación de la emergencia (sonido intermitente durante 5 segundos con un nivel de intensidad sonora entre 75 y 80 decibeles).

La alarma se accionará únicamente desde las secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso) para hacer conocer la terminación de la emergencia a los usuarios del edificio, de acuerdo a los protocolos de actuación presentados en el Plan de Emergencia (Ver numeral 6.1 del Capítulo 6). El J.E. será el encargado de comunicar la terminación de la emergencia.

Red de alarmas tipo 2

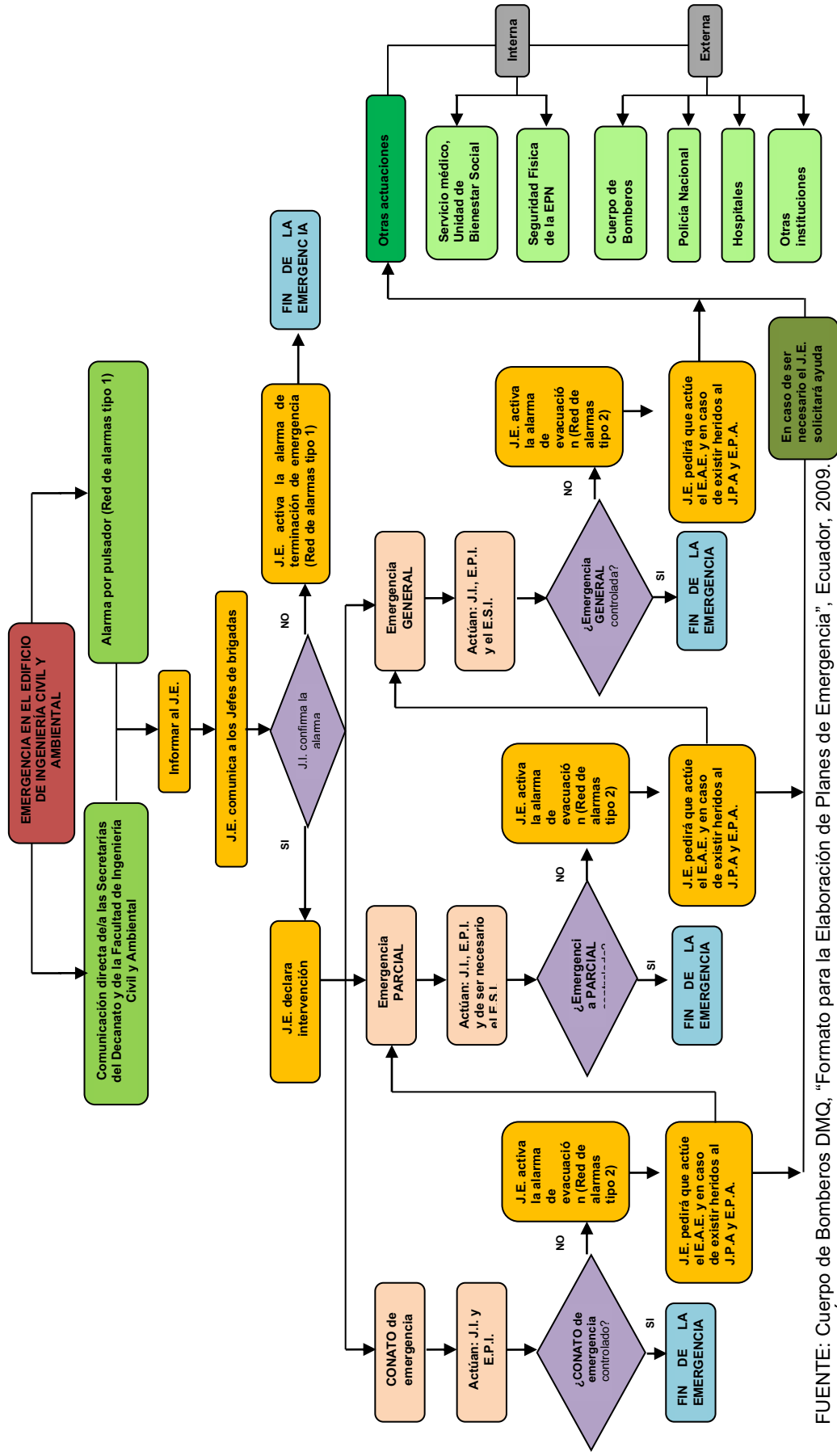
- Alarma de evacuación (sonido continuo durante tiempo indefinido con un nivel de intensidad sonora entre 85 y 88 decibeles).

Esta red de alarmas se instalará en todos los pisos del edificio, la cual se activará únicamente desde las secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso), por orden del J.E., para la evacuación de todas las plantas del edificio, de acuerdo a los protocolos de actuación presentados en el presente Plan de Emergencia.

6.1.3.2.3 Esquema operacional de actuación

En la Figura 6.3 se propone el “Esquema operacional de actuación en función de la gravedad de emergencia”, el mismo que debe ser aprobado por el Consejo de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

FIGURA 6.3
ESQUEMA OPERACIONAL DE ACTUACIÓN EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE EMERGENCIA



FUENTE: Cuerpo de Bomberos DMQ, "Formato para la Elaboración de Planes de Emergencia", Ecuador, 2009.
ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.3.2.4 Coordinación interinstitucional

La información expuesta en la Tabla 6.20 se exhibirá en las carteleras de cada planta del edificio, y será actualizada cuando sea necesario en forma inmediata. Se deberá ubicar en un lugar visible.

TABLA 6.20
INFORMACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA

INFORMACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA		
Institución u Organización	Dirección	Contacto
Secretaría del Decanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental	Escuela Politécnica Nacional	2 905 159 2 507 126/144 ext. 2600/2618
Secretaría General de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental	Escuela Politécnica Nacional	2 507 126/144 ext. 2601
Cuerpo de Bomberos - Unidad de Bomberos Parque Metropolitano	Mariano Calvache y Lorenzo Chávez (Batán Alto)	3 332 330
Cuerpo de Bomberos - Unidad de Bomberos Centro X2 Coronel Ángel Jarrín	Rocafuerte y Montufar (La Loma)	2 950 016
Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos	Amazonas y Villalengua Esq. Primer Piso	2 245 031
Emergencia	-	911
Policía Nacional	-	101
GIR (Grupo de Intervención y Rescate)	Arupos y Luceros	2 351 168 2 351 169
Hospital Militar	Av. Colombia 521 y Queseras del Medio	2 239 078
Clínica San Francisco	Av. 6 de Diciembre entre Colón y Cordero, frente al Hospital Baca Ortiz	2 561 775
Clínica Pichincha	Páez y Veintimilla, frente al paquete Julio Andrade sector Mariscal	2 562 410
Cruz Roja	Antonio Elizalde E4-31 y Av. Gran Colombia	131 2 956 004 2 582 479

FUENTE: Guía Telefónica CNT, Ecuador, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

La coordinación con cada una de estas instituciones la realizará el J.E. a través de la secretaria del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. El Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental deberá previamente enviar

un oficio al Cuerpo de Bomberos de la ciudad sobre el Plan de Emergencia en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional, para su conocimiento y aprobación.

En el momento que el Cuerpo de Bomberos ingrese a la universidad se les facilitará el acceso hacia el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental con el apoyo de los E.P.I. y E.S.I. El J.I. cederá su puesto al jefe de combate de incendio del Cuerpo de Bomberos. Una vez que conozcan del tipo de emergencia, combatirán el incendio utilizando los equipos contra incendio. A la finalización de sus actividades se reunirán con el Comité de Seguridad del edificio para evaluar la situación.

La Policía Nacional al llegar a la universidad será dirigida por los guardias de seguridad de la EPN hacia el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. En su intervención, especialmente para emergencias como robos, conmoción social y amenazas de atentado (bomba), será acompañada por el personal de seguridad de la EPN. El personal de la policía deberá prohibir el ingreso al edificio, mientras se realizan actividades de investigación hasta que lo crean conveniente; además, es importante que custodien tanto los alrededores del edificio como los principales ingresos a la universidad. A la finalización de sus actividades se reunirán con el Comité de Seguridad del edificio para evaluar la situación.

En caso de necesitar el apoyo de ambulancias y paramédicos de hospitales, el J.P.A. solicitará al E.P.A. dirigirlos hacia la zona de la emergencia y luego hacia la salida de la universidad para el traslado. Los reportes del estado de pacientes deberán ser solicitados por la secretaria del Decanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental a los hospitales o centros de salud, con la finalidad de comunicar a los familiares de estas personas.

Los procedimientos de coordinación con cada una de estas instituciones se mencionan en los protocolos de actuación y en la Figura 6.3 del Documento 3 del Plan de Emergencia.

6.1.3.2.5 *Actuación especial*

En caso de suscitarse una emergencia en horas de la noche, días festivos y vacaciones, los guardias de seguridad de la universidad procederán a contactar a las instituciones u organizaciones externas para la respectiva intervención.

Además, se comunicará de la emergencia al Jefe de Emergencia, para que tome las medidas adecuadas, de acuerdo al Plan de Emergencia.

6.1.3.2.6 *Actuación de rehabilitación de emergencia*

Antes que el Jefe de Emergencia autorice que se reinicien las actividades normales en el edificio, deberá solicitar a los equipos de emergencia y demás instituciones internas y externas que hayan intervenido, que examinen cada planta y área de trabajo del edificio, con la finalidad de advertir sobre cualquier tipo de peligro aun existente.

En el caso de encontrar alguna situación anormal, los equipos e instituciones internas o externas advertirán al J.E., para que se contacte con los jefes de los equipos o brigadas de emergencia y definir las acciones correctivas.

Se llevará un registro de las personas afectadas en caso de ocurrir una emergencia, de acuerdo al formato propuesto en la Tabla 6.21.

TABLA 6.21

REGISTRO DEL PERSONAL AFECTADO EN CASO DE EMERGENCIA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

REGISTRO DEL PERSONAL AFECTADO EN CASO DE EMERGENCIA

Fecha: _____ Tipo de emergencia: _____
 Nombre del Jefe de Emergencia: _____

Nombre	Piso del edificio de residencia	Situación del accidentado
_____ Firma del Jefe de Emergencia		_____ Firma de la Secretaria del Decanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

FUENTE: Balladares I., Feijóo S.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.3.2.7 Programa de mantenimiento, continuidad o reformulación

A continuación, se presenta el programa de mantenimiento y el programa de continuidad y reformulación para el Plan de Emergencia.

a) Programa de mantenimiento del Plan de Emergencia

Objetivos:

- Mantener el Plan de Emergencia a lo largo del tiempo, con tendencia a la mejora continua.
- Capacitar e informar sobre el Plan de Emergencia a los usuarios del edificio, para mantener el interés de los ocupantes del edificio.

Responsable del programa:

- Subdecano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

Tiempo de realización:

- Semestral o anual

Para el mantenimiento del Plan de Emergencia es necesario que se dicten charlas continuas al personal y a los estudiantes del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. Además, se actualizará al menos una vez al año la información contenida en este, ya que existen departamentos o áreas técnicas que pueden modificar su espacio de trabajo o cambiarse de edificio, lo cual constituye un cambio radical en la conformación de brigadas.

El Subdecano junto con el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental deberán coordinar reuniones sobre la vigencia del Plan de Emergencia, a las cuales deberán asistir obligatoriamente los jefes de brigadas y sus miembros, así como también los responsables de las áreas técnicas o departamentos que funcionan en el edificio.

El formulario para el registro de asistencia a las reuniones mencionadas se expone en la Tabla 6.22 de este capítulo.

b) Programa de reformulación o continuidad del Plan de Emergencia

Objetivos:

- Mantener el Plan de Emergencia a lo largo del tiempo, con tendencia a la mejora continua.
- Conseguir que el Plan de Emergencia sea aplicable a la realidad y a los cambios estructurales o administrativos, dentro y fuera del edificio.

Responsable del programa:

- Subdecano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

Tiempo de realización:

- Cada año o en el momento que el Jefe de Emergencia lo considere necesario.

El programa tiene como finalidad reformular, reestructurar o revisar el Plan de Emergencia, debido a las condiciones que se presenten como una nueva distribución espacial o cambios administrativos dentro y fuera del edificio, para de esta manera continuar con las medidas planteadas en el plan. Cada reunión mantenida se deberá registrar con el formato que se presenta en la Tabla 6.22.

Después de la reformulación del documento, se deberá a la brevedad posible difundir las nuevas resoluciones tomadas a todo el personal, estudiantes y usuarios del edificio.

TABLA 6.22

**REGISTRO DE EVALUACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA PARA SU
MANTENIMIENTO O REFORMULACIÓN**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**REGISTRO DE EVALUACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA PARA SU MANTENIMIENTO
O REFORMULACIÓN**

Fecha: _____

Motivo de mantenimiento/reformulación: _____

Nombre del Jefe de Emergencia:			
No. de cambio	Título y No. de página del texto	Motivo del cambio	Observaciones
1			
2			
3			
_____ Firma del Jefe de Emergencia		_____ Firma de la Secretaria del Decanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental	

FUENTE: Balladares I., Feijóo S.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

6.1.4 DOCUMENTO 4: EVACUACIÓN^{5,7}

6.1.4.1 Decisiones de evacuación

Determinar los criterios para evacuar al personal (total, parcial, insitu, otros criterios).

6.1.4.1.1 Evacuación total

Esta evacuación comprende la salida de todos los usuarios del edificio, y se realizará inmediatamente dada la orden por el Jefe de Emergencia. El equipo que guiará al personal ordenadamente será el Equipo de Alarma y Evacuación, empezando por los pisos afectados y las plantas más altas, apoyando especialmente a las personas discapacitadas, ancianos o embarazadas. El sitio

de reunión será denominado **zona de seguridad**, que en este caso constituye la cancha de fútbol de la EPN.

6.1.4.1.2 Evacuación parcial

Esta evacuación comprende la salida de personas que se encuentren en varias áreas o en toda una planta del edificio, y se realizará inmediatamente dada la orden por el Jefe de Emergencia. El Equipo de Alarma y Evacuación guiará al personal ordenadamente, empezando por las áreas o plantas afectadas y luego por los pisos más altos, apoyando especialmente a las personas discapacitadas, ancianos o embarazadas. El sitio de reunión será el mismo que se menciona en el párrafo anterior.

6.1.4.1.3 Evacuación insitu

Esta evacuación comprende la salida de personas que se encuentren en un área específica del edificio, y se realizará inmediatamente dada la orden del Jefe de Emergencia. El Equipo de Alarma y Evacuación guiará al personal ordenadamente empezando por el área afectada y luego por los pisos más altos, apoyando especialmente a las personas discapacitadas, ancianos o embarazadas. El sitio de reunión será el mismo que el mencionado anteriormente.

6.1.4.1.4 Otros criterios para evacuar

Existen medidas que se considerarán como una razón para evacuar, previa autorización del Jefe de Emergencia, tales como derrame de sustancias peligrosas, explosiones, entre otras, identificadas en el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de identificación de riesgos en general).

6.1.4.2 Vías de evacuación y salidas de emergencia

Para que la evacuación del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental sea exitosa se han realizado mapas de vías de evacuación, ubicación de extintores, lámparas de emergencia, detectores de humo, entre otros, los mismos que se presentan en el Anexo No.19 "Mapas". Además, se colocarán en las carteleras de cada piso, los planos del edificio que orienten a los usuarios sobre los lugares de evacuación, contactos de emergencias y ubicación de la zona de seguridad.

6.1.4.2.1 Procedimientos para la evacuación

Antes de establecer los procedimientos es importante hacer mención al tiempo de intervención para una emergencia y al tiempo de evacuación.

Tiempo de Intervención en Emergencias¹⁷

El tiempo de intervención en emergencias no deberá ser demasiado mayor al de evacuación, ya que en emergencias de incendio, este se puede propagar rápidamente de acuerdo al poder calorífico del área siniestrada. Se considera un tiempo promedio de 5 minutos para el caso del edificio (Norma NTP 45).

Tiempo de Evacuación¹⁷

El tiempo de evacuación para un edificio como el de Ingeniería Civil y Ambiental se ha establecido en 2,5 (dos punto cinco) minutos, de acuerdo a la Norma NTP 45. En el presente estudio se consideró un tiempo de 2 (dos) minutos de evacuación; bajo esta consideración el número de personas a evacuar se detallan en la Tabla 5.40 del Capítulo 5.

A continuación, se presentan los procedimientos de evacuación en función de las emergencias identificadas.

Riesgo de terremoto o temblores fuertes

- **Detección de peligro**

A la detección del movimiento producido por un terremoto o temblor fuerte se procederá con el protocolo del Documento 3.

- **Alarma**

Las redes de alarma tipo 1 o tipo 2 serán activadas por el J.E. de acuerdo a las acciones especificadas en el Documento 3 del presente capítulo.

- **Preparación para la salida**

Una vez escuchada la alarma de evacuación (alarma tipo 2), el Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, tomando en cuenta como prioridad a las personas embarazadas, ancianas y discapacitados, conduciéndolos desde los pisos más altos, al lugar de seguridad (cancha de fútbol de la EPN).

Riesgo de incendio

- **Detección de peligro**

Se considerará el protocolo del Documento 3.

- **Alarma**

En el Documento 3 del presente capítulo se exponen las dos redes de alarmas a activarse en caso de incendio.

- **Preparación para la salida**

Después de escuchar la alarma de evacuación (alarma tipo 2), el Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, tomando como prioridad la evacuación de personas embarazadas, ancianas o discapacitadas. El E.A.E. conducirá a todos los ocupantes desde los pisos más altos hasta la zona de seguridad (cancha de fútbol de la EPN).

Riesgo de rayos, tormentas eléctricas

- **Detección de peligro**

Se considerará el protocolo del Documento 3.

- **Alarma**

Las acciones a seguir para la activación de las redes de alarma para este tipo de emergencia se mencionan en el Documento 3, del presente capítulo.

- **Preparación para la salida**

Finalizado el riesgo de caída de rayos o tormenta eléctrica, si es necesario evacuar al personal y usuarios del edificio por el peligro de más eventos, el J.E. dará la orden al E.A.E. para evacuar a las personas desde los pisos más altos hasta la planta baja y luego a la zona de seguridad (cancha de fútbol de la EPN), y activará la alarma de evacuación (alarma tipo 2). El Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, tomando en cuenta la evacuación primero de las personas embarazadas, ancianas o discapacitadas.

Riesgo de amenazas de atentado (bomba)

- **Detección de peligro**

Se considerará el protocolo del Documento 3.

- **Alarma**

Las redes de alarma a activarse en caso de amenazas de atentado (bomba) se presentan en el Documento 3, del presente capítulo.

- **Preparación para la salida**

Luego de escuchar la alarma de evacuación (alarma tipo 2), el Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio,

tomando como prioridad la evacuación de las personas embarazadas, ancianas o discapacitadas. Se deberá evacuar primero a las personas del área o planta donde se ha detectado el riesgo de amenaza de atentado, y luego a los demás ocupantes, hacia la zona de seguridad (cancha de fútbol de la EPN).

Riesgo de erupción y/o caída de ceniza

- **Detección de peligro**

Se considerará el protocolo del Documento 3.

- **Alarma**

Las alarmas serán activadas por el Jefe de Emergencia en caso de ser necesario, de acuerdo al Documento 3 del presente capítulo.

- **Preparación para la salida**

Finalizado el riesgo de caída de ceniza y si es necesario evacuar al personal y usuarios del edificio por el peligro de más eventos, el J.E. activará la alarma de evacuación (alarma tipo 2) y dará la orden al E.A.E de proceder a la evacuación. Este equipo o brigada conducirá a las personas desde los pisos más altos hasta la planta baja y a la zona de seguridad (cancha de fútbol de la EPN). El Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, tomando en cuenta evacuar primero a las personas embarazadas, ancianas o discapacitadas.

Riesgo de conmoción social

- **Detección de peligro**

Se considerará el protocolo del Documento 3.

- **Alarma**

La alarma la activará el Jefe de Emergencia, de acuerdo a las acciones expuestas en el Documento 3 del presente capítulo.

- **Preparación para la salida**

Una vez escuchada la alarma tipo 2, el Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, conduciéndolos desde los pisos más altos hasta la planta baja por las vías de evacuación. El E.A.E. tomará en cuenta la evacuación primero de las personas embarazadas, ancianas o discapacitadas.

6.1.4.3 Mapa de evacuación

Las vías de evacuación, zona de seguridad o punto de encuentro, lámparas de emergencia, entre otros, constan en el Anexo No.19 "Mapas".

6.1.5 DOCUMENTO 5: IMPLANTACIÓN

Se deberá cumplir con la siguiente secuencia de acciones, para llevar a cabo la implantación del Plan de Emergencia:

- Programación del sistema de señalización
- Carteles informativos
- Programación de capacitación y mantenimiento
- Programación de simulacros
- Responsabilidad
- Organización
- Programa de implantación
- Investigación de siniestros
- Relaciones con los visitantes
- Legalización

6.1.5.1 Programación del sistema de señalización

a) Objetivo

Establecer la señalización de información, advertencia, obligación, prohibición, emergencia y evacuación en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, necesaria para minimizar el riesgo.

b) Alcance

Este programa se aplica a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

c) Responsable del programa

El responsable del programa es el Subdecano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

d) Tiempo de realización

Se realizará Cada año o en el momento en el cual el Comité de Seguridad lo crea conveniente.

e) Normativa

Para el diseño de la señalización, en general se utilizaron los criterios de la Norma INEN 439, mientras que la justificación de la implementación de esta se menciona en el “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios”, Capítulo II, Art. 21 y en el “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”, Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador, Título V, Capítulo VI al Capítulo IX y Título VI, Art. 164.

f) Desarrollo

El programa del sistema de señalización para información, advertencia, obligación, prohibición, emergencia y evacuación, es el primer punto a cumplir dentro del Plan de Emergencia, puesto que es necesario implementarlo para minimizar el riesgo, realizar evacuaciones y llevar a cabo los simulacros.

La capacitación del programa del sistema de señalización es primordial, tanto para las actividades cotidianas que se desarrollan en el edificio como para situaciones de emergencia que se puedan presentar. Por lo tanto, en el Capítulo 5, numeral 5.4 del presente estudio se expone el diseño de la señalización para todas las plantas del edificio, de acuerdo a la normativa.

Es relevante mencionar que este programa de señalización deberá actualizarse cuantas veces sea necesario, de acuerdo a las modificaciones o ampliaciones que se realicen en las plantas del edificio.

El Comité de Seguridad convocará anualmente y cuando lo crea conveniente, a los jefes y brigadas de emergencia, para evaluar este programa y definir acciones de mejoramiento y capacitación.

En el Anexo No.19 “Mapas” se presentan los mapas de señalización para cada planta del edificio, así como también los mapas de vías de evacuación. Estos últimos mapas deberán colocarse en las carteleras de todos los pisos del edificio con la finalidad de facilitar la evacuación de los usuarios del edificio.

6.1.5.2 Carteles informativos

Para la información de visitantes y usuarios del edificio se dispondrá en las carteleras de cada una de las plantas, los mapas de localización de equipos técnicos para emergencias, evacuación y zona de seguridad, así como también de los nombres y contactos de los integrantes de las brigadas e instituciones que puedan brindar su apoyo en caso de emergencia y evacuación.

Además, en las carteleras se pueden colocar consignas o mensajes sobre la prevención de riesgos y actuación en caso de emergencia. Se complementará tal medida con hojas informativas, que pueden ser enviadas a los correos electrónicos o difundidas a través de medios de prensa escrita de la universidad.

6.1.5.3 Programación de capacitación y mantenimiento

a) Objetivo

- Difundir conocimientos y dar a conocer los planteamientos y acciones establecidas en el Plan de Emergencia, así como también, difundir las normas mínimas de seguridad que deben tener las personas que realizan sus actividades en el edificio.
- Crear una cultura de prevención, realizando inspecciones y el mantenimiento oportuno a los equipos técnicos para emergencias.

b) Alcance

Este programa se aplicará a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

c) Responsable del programa

El responsable del programa es el Comité de Seguridad del edificio

d) Tiempo de realización

La capacitación al personal y estudiantes del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental deberá realizarse de acuerdo a un cronograma anual, donde se incluyan los siguientes puntos:

- Charlas semestrales de formación y adiestramiento para los jefes y brigadas de emergencia.
- Charlas semestrales a todo el personal y alumnos del edificio, sobre el Plan de Emergencia y Manual del Sistema de Seguridad Industrial.
- Cursos de inducción al Plan de Emergencia y Manual del Sistema de Seguridad Industrial del edificio al inicio de cada semestre, para alumnos o personal nuevo.
- Charlas sobre temas de seguridad; al menos una anual.

Para la inspección de los equipos técnicos para emergencias se considerarán los siguientes tiempos:

- Inspección mensual: lámparas de emergencia, extintores y detectores de humo.
- Inspección anual: cisterna y bomba.
- Inspección semestral: redes de alarma.

e) Normativa

La necesidad de capacitar sobre los temas de seguridad se mencionan en el “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios” Capítulo II, Art. 20 y en el “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”, Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador, Art. 11.

La obligación de la inspección y mantenimiento de equipos se encuentra en el “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios” Capítulo II, Art. 32, y en el “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”, Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador, Art. 14.

f) Desarrollo

Capacitación

El Comité de Seguridad del edificio se encargará de programar capacitaciones dirigidas al personal, estudiantes y específicamente a los jefes y brigadas de emergencia del edificio, donde se traten temas como: manejo de extintores, prevención y control de incendios, primeros auxilios, evacuación, etc.

Se elaborará un cronograma en función de los tiempos estipulados en este programa, con fechas tentativas, responsables y temáticas a tratar.

Para la capacitación del personal y estudiantes del edificio, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Conocimiento del Plan de Emergencia.
- Manejo de situaciones de emergencia.
- Conocimiento del manejo de extintores y equipos de combate de incendios.
- Uso correcto del equipo de protección personal.

Para el caso específico de los equipos y jefes de brigadas de emergencia, a continuación se presenta los principales temas de capacitación a considerarse:

Equipo de alarma y evacuación (E.A.E.) y Jefe de alarma y evacuación

La capacitación consistirá en:

- Conocimiento a detalle del Plan de Emergencia.
- Manejo de situaciones de emergencia.
- Conocimiento de los tipos de alarma usados en el Plan de Emergencia.
- Conocimiento de las vías de evacuación. Durante la evacuación se comprobará que estas se encuentren despejadas.

- Conducción de los ocupantes hacia las vías de evacuación y salidas de emergencia, para luego proceder a dirigirlos hacia la zona segura.
- Controlar el proceso de evacuación e impedir aglomeraciones.
- Cómo difundir tranquilidad y serenidad a las personas, mientras se realiza la evacuación.

Equipos de primeros auxilios (E.P.A.) y Jefe de primeros auxilios

La capacitación para este equipo consistirá en:

- Como atender y controlar lesiones leves y, en general, cómo prestar los primeros auxilios durante la emergencia.
- Criterio para priorizar la atención a las personas lesionadas.

Equipos de Primera Intervención (E.P.I.), Equipo de Segunda Intervención (E.S.I.) y Jefe de Intervención

La capacitación consistirá en lo siguiente:

- Conocimiento a detalle del Plan de Emergencia.
- Conocimiento de normas de prevención de incendios, y como combatirlo.
- Uso de extintores portátiles. Conocimiento de agentes extintores, tipos de fuegos y equipos de combate.
- Cómo apoyar al Equipo de Segunda Intervención, según el requerimiento.
- Cómo actuar en pareja y en equipo.

El Jefe de Emergencia será capacitado en conjunto con todas las brigadas y jefes de equipos o brigadas de emergencia.

El formato para el registro de las capacitaciones se presenta en el Anexo No.21 "Formularios".

Inspección y mantenimiento

La inspección y mantenimiento de los equipos técnicos para emergencias se realizará de acuerdo a la frecuencia de tiempo mencionada en este programa. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que existan inspecciones y mantenimientos en situaciones específicas, como desperfectos, mal funcionamiento, etc.

Para la inspección y mantenimiento de los equipos técnicos para emergencias se manejarán formatos de registros, los cuales se presentan en el Anexo No.21 "Formularios".

6.1.5.4 Programación de simulacros⁵

a) Objetivo

Establecer acciones a seguir durante las emergencias que pueden ocurrir en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, como a su vez preparar a todo el personal, alumnos, jefes y brigadas de emergencia, para una actuación oportuna.

b) Alcance

Este programa se aplicará a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

c) Responsable del programa

El responsable del programa es el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

d) Tiempo de realización

Deberán llevarse a cabo al menos una vez al año, con la coordinación y apoyo de la Jefatura Zonal del Cuerpo de Bomberos y de la Unidad de Bienestar Social de la EPN.

e) Etapas de un Simulacro

Planeación

La planeación de los ejercicios de evacuación requieren del total conocimiento de: las características físicas del edificio (número de niveles, uso, tipo y materiales, equipos y mobiliario, tipo de accesos, etc.), la zona donde se ubica (calles y avenidas que lo circundan), los espacios abiertos en el entorno (jardines y estacionamientos), los edificios vecinos (empresas, laboratorios, etc.), así como de la actividad que se realizan en los edificios, los riesgos que el edificio puede tener por razones de ubicación geográfica. Esta etapa incluye:

- Metas.
- Participantes.
- Escenarios.
- Formatos de observación y evaluación.
- Recursos.

Metas

Para cumplir con los alcances previstos en la realización de un simulacro se consideran los siguientes puntos:

- **Usos del edificio:** actividades que se realizan en la edificación.
- **Tipo de simulacro:** con previo aviso y sin aviso. Para realizar un simulacro con previo aviso se hace una campaña de difusión tanto verbal como escrita. En la escrita se indica cuáles son las acciones que se deben

realizar. En el simulacro sin previo aviso se definen las acciones a seguir únicamente entre los jefes y brigadas de emergencia.

- **Planeación del simulacro:** se plantea y estudia el escenario, para lo cual se utilizan los planos del edificio con sus respectivos niveles en donde se indican las rutas de evacuación, salidas de emergencia, zonas de riesgo.
- **Distribución de los brigadistas:** los brigadistas se ubican en los puntos acordados durante el simulacro, ayudándose con los planos del edificio.

Participantes

Se incluye al personal que labora en el edificio, jefes de brigadas y los brigadistas. Se definen las funciones, recursos y responsabilidades de cada miembro de los Equipos o brigadas. Además del personal de la institución, es necesaria la participación durante el simulacro, de un observador certificado externo, el cual evaluará la realización del evento.

Escenarios

Los escenarios deben presentar diferentes grados de dificultad, para valorar la capacidad de respuesta ante diversas situaciones. Para el diseño de los escenarios, se hacen recorridos de reconocimiento por las áreas de operación del simulacro. Para ello se consultan los planos, con el fin de señalar las vías de evacuación, salidas de emergencia, la ubicación de las zonas con menor posibilidad de rescate, los equipos de emergencia, las zonas de riesgo, entre otros.

Recomendaciones especiales para dar realismo al simulacro:

- Sonidos especiales.
- Suspensión de energía eléctrica.
- Uso de pañuelos mojados.
- Fuego real en una zona segura o fuera del edificio.
- Traslado en ambulancia.

- Simulación de heridos.
- Fingimiento de pánico o desmayos.
- Apoyo a personas discapacitadas.

Formatos de observación y evaluación

Una vez finalizado el simulacro, deben reunirse los integrantes de las brigadas con el propósito de evaluar la realización del mismo y consolidar tanto los aciertos, como corregir fallas, apoyándose en los resultados entregados por los evaluadores del ejercicio.

Los evaluadores del ejercicio serán representantes del Cuerpo de Bomberos o personas de otra institución, que conozcan sobre el Plan de Emergencia y sobre temas de seguridad.

Otros aspectos importantes dentro de esta etapa son: la elaboración de un informe de evaluación del simulacro por escrito y con las sugerencias de acuerdo al ejercicio del simulacro, con el fin de identificar debilidades en el simulacro y modificar el Plan de Emergencia en función a las conclusiones de los jefes y equipos de emergencia, así como también de las instituciones internas y externas.

El formato del Registro de Evaluación del simulacro a ser utilizado después de cada práctica, se presenta en la Tabla 6.23.

TABLA 6.23

REGISTRO PARA EVALUACIÓN DEL SIMULACRO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
EVALUACIÓN DEL SIMULACRO

FECHA DEL SIMULACRO:		
HORA DE REALIZACIÓN DEL SIMULACRO:		
HIPÓTESIS DEL SIMULACRO:		
TIEMPO DE REALIZACIÓN (min):		
NÚMERO DE EVACUADOS (personas):		
ANTES	SI	NO
¿Fue puntual y completa la asistencia de los brigadistas?		
¿Los brigadistas portan identificación y herramientas (lista de asistencia, botiquín, etc.) para simulacro?		
DURANTE	SI	NO
¿La realización del simulacro fue a la hora indicada?		
¿El sistema de alertamiento fue escuchado por todo el personal?		
¿El personal reaccionó de forma rápida ante la activación del sistema de alertamiento (sonido local, alarma, etc.)?		
¿El personal desalojó el inmueble de manera ordenada, rápida y segura?		
¿En el desalojo por las escaleras se presentó algún contra tiempo? (obstrucción, caídas, aglomeración, etc.)		
¿Permanecen personas en las oficinas, baños, bodegas, etc.?		
El personal sale del inmueble:		
Fumando		
Bromeando		
Apático		
Distraído		
Nervioso		
Participativo		
¿El personal sigue las rutas de evacuación establecidas?		

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 6.23

REGISTRO PARA EVALUACIÓN DEL SIMULACRO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
EVALUACIÓN DEL SIMULACRO

FECHA DEL SIMULACRO:		
HORA DE REALIZACIÓN DEL SIMULACRO:		
HIPÓTESIS DEL SIMULACRO:		
TIEMPO DE REALIZACIÓN (min):		
NÚMERO DE EVACUADOS (personas):		
DURANTE	SI	NO
¿El personal llegó al punto seguro sin problemas?		
DESPUÉS	SI	NO
¿Los brigadistas realizaron el censo del personal a su cargo?		
¿Se presentaron daños a personas?		
¿Se presentaron daños a bienes durante la evacuación del personal?		
¿El restablecimiento de actividades se realizó en el tiempo acordado?		
Observaciones:		
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> Firma de Jefe de Emergencia	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> Firma del Responsable del Simulacro	

FUENTE: Guía práctica de Simulacros de Evacuación en Inmuebles, <http://www.proteccioncivil.gob.mx>, México, 2010.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Los formatos serán revisados durante la reunión de evaluación del simulacro.

Recursos necesarios

Se deben coordinar las tareas asignadas a los brigadistas (medios humanos) y los medios técnicos existentes en el edificio. Es de suma importancia proveer que se cuenten con los medios humanos, técnicos y económicos necesarios, para enfrentar una emergencia real.

Durante un ejercicio de simulacro es relevante que el Jefe de Emergencia y los jefes de brigadas, lleven un identificativo o banda en el brazo y un chaleco, que permita distinguir de acuerdo al color, el equipo al que pertenecen. Así mismo, los brigadistas deberán utilizar un chaleco con el color y nombre respectivo de su equipo de emergencia. En la Tabla 6.24 se especifican los colores y siglas identificativas que se deberá considerar para el diseño de las bandas y chalecos, para cada equipo y jefe de las brigadas.

TABLA 6.24

BANDAS Y CHALECOS IDENTIFICATIVOS PARA LOS JEFES DE BRIGADAS Y BRIGADISTAS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Jefe de brigada/brigadista	Banda	Chaleco	Color	Texto o siglas	Observaciones
Jefe de Emergencia	X	X	Naranja	J.E. (en la banda y atrás del chaleco) Nombre de la persona (delante del chaleco a la altura del pecho)	-
Jefe del Equipo o brigada de Alarma y Evacuación	X	X	Verde	J.E.A.E. (en la banda y atrás del chaleco) Nombre de la persona (delante del chaleco a la altura del pecho)	-
Equipo o brigada de Alarma y Evacuación		X	Verde	E.A.E. (atrás del chaleco) Nombre de la persona (delante del chaleco a la altura del pecho)	Los guardias encargados de señalar y permanecer en la ruta de evacuación hacia la zona de seguridad, así como las personas que se encargarán de señalar el área alrededor del edificio, utilizarán este mismo distintivo.

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN**TABLA 6.24****BANDAS Y CHALECOS IDENTIFICATIVOS PARA LOS JEFES DE BRIGADAS Y BRIGADISTAS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

Jefe de brigada/brigadista	Banda	Chaleco	Color	Texto o siglas	Observaciones
Jefe del Equipo o brigada de Primeros Auxilios	X	X	Azul	J.E.P.A. (en la banda y atrás del chaleco) Nombre de la persona (delante del chaleco a la altura del pecho)	-
Equipo o brigada de Primeros Auxilios		X	Azul	E.P.A. (atrás del chaleco) Nombre de la persona (delante del chaleco a la altura del pecho)	-
Jefe del Equipo o brigada de primera intervención y segunda intervención	X	X	Rojo	J.E.P.I. (en la banda y atrás del chaleco) Nombre de la persona (delante del chaleco a la altura del pecho)	-
Equipo o brigada de primera intervención		X	Rojo	E.P.I. (atrás del chaleco) Nombre de la persona (delante del chaleco a la altura del pecho)	-
Equipo o brigada de segunda intervención		X	Rojo	E.S.I. (atrás del chaleco) Nombre de la persona (delante del chaleco a la altura del pecho)	-

FUENTE: Balladares I., Feijóo S.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

Preparación

En la organización del propio simulacro es necesario que los brigadistas conozcan a la perfección las instalaciones y equipamiento con que cuenta el edificio, así como sus funciones y responsabilidades, las instrucciones y las acciones a seguir en la toma de decisiones y en la conducción de personas hacia la zona de

seguridad. En esta segunda etapa se consideran de relevancia los siguientes aspectos:

- Elaboración del escenario.
- Reunión de los jefes y equipos de emergencia.
- Difusión.

Elaboración del escenario

Se debe indicar las funciones de cada integrante de las brigadas. Es necesario que cada brigada conozca los procedimientos que tiene que ejecutar, los equipos de emergencia con los que se cuenta, los sitios de reunión (zona de seguridad), las conductas que deberán adoptar y los apoyos externos con los que se puede contar, como Bomberos, Cruz Roja, Policía Nacional, etc., ya que podría ser necesaria su intervención.

Previo a la realización del simulacro, todos los participantes deberán ser informados sobre las conductas a seguir, tales como: esperar las órdenes del Jefe de Emergencia y Jefe de Intervención, ubicación de los equipos de extinción de incendios, vías de evacuación, etc. Las personas que no sigan las instrucciones de los brigadistas ponen en riesgo su vida y la de los demás; por lo tanto, deberán responsabilizarse por sí mismos, permaneciendo o abandonando el edificio, ya que al no colaborar durante una evacuación en el momento oportuno, las consecuencias pueden ser fatales, en una situación real.

Reunión de los jefes y equipos de emergencia

Durante la reunión de coordinación de los jefes y brigadistas, se deberán describir y comentar las diferentes actividades que les corresponde realizar a cada uno, aclarando dudas y reforzando la descripción de los pasos a realizar durante el simulacro. Además, de ser necesario se designará a otras personas para que participen en actividades como en la logística del simulacro, como secretarías del Decanato y de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Subdecano de Facultad

de Ingeniería Civil y Ambiental y responsables de áreas técnicas o departamentos que funcionan en el edificio.

Difusión

Dependiendo del tipo de simulacro a realizar y de acuerdo con su programación (con o sin previo aviso), debe informarse sobre su realización a la población aledaña al edificio, que pudiera sorprenderse o afectar la realización del simulacro. Esto se hace con la finalidad de obtener mayor cooperación y apoyo, así como también de disminuir los riesgos.

Ejecución

Incluye a todo el personal y estudiantes del edificio, los cuales están informados y sensibilizados para colaborar. Consiste en llevar a la práctica lo siguiente:

- Planeación y acuerdos establecidos por los jefes y equipos de emergencia.
- Verificación del desalojo del edificio.
- Vuelta a la normalidad.

Planeación y acuerdos

La planeación y acuerdos establecidos por los jefes y brigadas de emergencia considerarán lo siguiente:

- Aplicación de lineamientos, procedimientos y normas establecidas.
- Consecución de los objetivos del ejercicio.
- Solución de los problemas imprevistos, derivados de la emergencia simulada.
- Actuación oportuna y eficiente.
- Empleo adecuado de los recursos existentes y medios asignados.
- Aviso a los ocupantes del edificio.

- Selección de un mecanismo de alarmas claramente identificable, para evitar confusión.
- Proporcionar material impreso a los visitantes, para informarlos sobre las acciones a seguir.

Verificación del desalojo del edificio

Cada integrante de las brigadas de emergencia, después de la orden dada por el Jefe de Emergencia, tiene la responsabilidad de que el área bajo su responsabilidad quede totalmente desalojada, corroborando que los equipos, aparatos y maquinaria sean desconectados, y además se cierren las llaves de gas en caso de existir. Los documentos de categoría importante o clasificada, deberán ser sacados o colocados en lugares seguros.

Vuelta a la normalidad

Las brigadas de emergencia se encargarán de efectuar una revisión de las instalaciones del edificio después de acabado el simulacro, con el objeto de brindar mayor seguridad y protección a los evacuados. Luego, informarán de las condiciones en las que se encuentra el edificio al Jefe de Emergencia, quien dará la autorización de regresar a las actividades normales en el edificio en caso de ser lo más conveniente.

6.1.5.5 Responsabilidad del Plan de Emergencia

La responsabilidad del Plan de Emergencia recae en el titular de la Facultad, el Decano de Ingeniería Civil y Ambiental, debidamente apoyado por el Subdecano y el Comité de Seguridad.

El personal directivo, técnico, mandos intermedios y trabajadores del establecimiento participarán activamente en la implementación del Plan de Emergencia.

6.1.5.6 Organización del Plan de Emergencia

Para la coordinación de acciones de implementación y mantenimiento del Plan de Emergencia se solicitará la ayuda del Subdecano de la Facultad, del Comité de Seguridad del edificio e instituciones externas como Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, entre otros, de acuerdo a las necesidades.

6.1.5.7 Programa de implantación

En el presente estudio, desarrollados cada uno de los puntos considerados dentro del Programa de implantación (Capítulo 2, numeral 2.6.1.5), el próximo paso que deberá realizar el responsable del Plan de Emergencia es presentar un cronograma donde se evidencien fechas, actividades y responsables para poner en ejecución el plan en el edificio.

6.1.5.8 Investigación de siniestros

En caso de producirse una emergencia en el establecimiento se investigará las causas que posibilitaron su origen, propagación y consecuencias, analizando el comportamiento de las personas y los medios técnicos y humanos disponibles y adoptando las medidas correctivas necesarias. Posteriormente, se redactará un informe que recoja los resultados de la investigación, y se remitirá al Jefe de Emergencia y al Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, en caso de ser necesario.

6.1.5.9 Relaciones con los visitantes

Es importante también la seguridad e integridad de las personas que visitan el edificio.

Las siguientes recomendaciones deberán ser consideradas por las personas que visitan el edificio:

- Leer las instrucciones expuestas en las carteleras ubicadas en lugares estratégicos del edificio.
- Tomar en cuenta la señalización implementada en el edificio.
- En caso de presentarse una emergencia al momento de su visita al edificio, actuar con tranquilidad de acuerdo a las instrucciones de las brigadas de emergencia o en su defecto seguir al personal o estudiantes del edificio.
- Seguir las indicaciones dadas por los brigadistas y acudir a la zona de seguridad.

6.1.5.10 Legalización

La legalización del presente plan se realizará siguiendo los pasos indicados en el Capítulo 2 numeral 2.6.1.5, y se encuentra a cargo del Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

6.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL^{36,49}

“El Sistema de Seguridad Industrial es un conjunto de elementos, reglas y principios interrelacionados entre sí, que contribuyen a desarrollar e implementar la política de seguridad dentro de una organización y a administrar sus riesgos”.³⁶

El Sistema de Seguridad Industrial (SSI) es un instrumento de gestión que contiene las medidas técnicas, humanas y organizativas necesarias para garantizar las normales operaciones en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, lo cual permitirá actuar oportuna y coordinadamente ante una situación de emergencia.

6.2.1 OBJETIVO GENERAL

Avanzar hacia el desarrollo de una cultura preventiva, que consolide el concepto de prevención en el pensamiento, voluntad y acción de cada persona que realiza sus actividades en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, y lograr que el SSI sea aplicable con la posibilidad de acondicionarlo y mejorarlo en el tiempo.

6.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar la política de seguridad en la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.
- Elaborar programas para administrar los riesgos de mayor grado de importancia, de acuerdo a su ocurrencia y potencial de causar daños.
- Promover una cultura de seguridad y de respuestas oportunas ante emergencias en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, programando charlas de capacitación sobre temas afines a la seguridad.
- Definir el grupo de personas o brigadas que actuarán para dar respuesta inmediata a las emergencias.

6.2.3 ALCANCE

El Sistema de Seguridad Industrial proveerá los lineamientos generales y las estrategias de acción sobre seguridad y respuestas ante emergencias, basándose en el análisis previo de riesgos en cada área del edificio, en las tareas operativas que se desarrollan en este y su entorno.

El presente sistema deberá alinearse a los planes de emergencia vigentes en las instituciones, que además de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, funcionan en el edificio. Actualmente, no existen planes de emergencia en ninguna de las instituciones y departamentos que se encuentran en el edificio.

6.2.4 CONTENIDO

El contenido del Sistema de Seguridad Industrial para el edificio en estudio se encuentra integrado por tres partes: Información general de seguridad, Programas y Recomendaciones.

6.2.4.1 Información general de seguridad

6.2.4.1.1 Introducción

La Seguridad Industrial, en general, dentro de los predios universitarios debería considerarse una meta a nivel institucional y de cada facultad de la Escuela Politécnica Nacional, utilizando todos los recursos a su alcance para diseñar, implantar y mantener un sistema de seguridad que garantice la salud y seguridad de todos quienes laboran y realizan sus actividades en esta institución.

De igual forma, la línea a seguir para llevar a cabo el Sistema de Seguridad Industrial debe ir de la mano con el cumplimiento de las leyes, normas y reglamentos establecidos por el Ministerio de Relaciones Laborales, el Ministerio de Salud, el Distrito Metropolitano de Quito e incluso de otros países, en los cuales el tema de seguridad se ha desarrollado a mayor nivel.

Los procedimientos y programas que se presentan en este Sistema de Seguridad Industrial tienen la finalidad de brindar bienestar a la comunidad que labora o visita las instalaciones del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, permitiendo establecer lineamientos para enfrentar situaciones que conllevan riesgos y que, por lo tanto, puedan provocar accidentes que interrumpen el proceso de una actividad determinada y que pueda acarrear daño a los trabajadores, profesores, estudiantes, visitantes, facilidades físicas o una combinación de estos.

La responsabilidad de seguridad no recae sobre una sola persona o sobre un grupo de personas, sino que es responsabilidad de todos, tanto de la administración como de los profesores y de los estudiantes.

El campus politécnico deberá comprometerse con la seguridad de toda la comunidad universitaria y con la protección de la propiedad dentro de la institución.

Este Sistema de Seguridad Industrial no constituye una herramienta única ni final, pero si se siguen los procedimientos descritos aquí, se reducirá considerablemente la probabilidad de tener un accidente, más aún cuando se lo ha elaborado después de obtener las conclusiones finales de la aplicación de metodología para evaluación cualitativa y cuantitativa de riesgos en el edificio.

6.2.4.1.2 Responsabilidades

Se establecen las siguientes responsabilidades para llevar a cabo el Sistema de Seguridad Industrial:

- **Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental**

Es el responsable de aprobar los programas de seguridad laboral del SSI, de la implementación del Plan de Emergencia, y de ejercer las funciones de Jefe de Emergencia (J.E.). El centro de control para el inicio de alarma también será operado por el Decano.

- **Subdecano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental**

Apoya al Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, y en caso de faltar esta última persona, el Subdecano tomará provisionalmente su lugar y estará al mando.

El Subdecano será permanentemente el coordinador para la organización y mantenimiento del SSI y del Plan de Emergencia.

- **Comité de Seguridad**

Lo conformarán los jefes de los departamentos de Ciencias Administrativas, Física e Instituto Geofísico, o sus respectivos delegados, así como también, el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (Jefe de Emergencia) y el profesor de Seguridad Industrial (Jefe de Intervención). El Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental será quien presida el Comité de Seguridad del edificio.

Los miembros del comité serán los responsables de definir los procedimientos y establecer las normas de trabajo descritas en el Sistema de Seguridad Industrial, y velar por su cumplimiento. Así como también, serán los encargados de implementar todas las medidas necesarias que garanticen un ambiente de trabajo seguro. Además, se encargarán de organizar charlas y capacitaciones bajo cronogramas anuales establecidos para instruir al personal sobre las normas de seguridad y temas afines.

El Comité de Seguridad estará atento a cualquier situación de emergencia que amerite atención, para poder hacer recomendaciones a futuro o tomar acciones correctivas.

- **Equipos o brigadas y Jefes de equipos o brigadas de emergencia**

Cada brigadista y jefe de brigada es responsable de desarrollar sus actividades, respetando las normas y procedimientos establecidos en el SSI y normativa aplicable, de tal forma que no se ponga en peligro su propia vida ni la de los demás.

Las actividades específicas para cada brigada se detallan en el Programa de Emergencia de este manual.

- **Guardias del edificio**

Realizarán esfuerzos para guardar la seguridad del edificio y colaborar en impartir información preventiva. Darán rondas por el edificio para mantener un ambiente tranquilo y seguro. Cualquier situación fuera de lo normal, informarán a su Supervisor, para que esta persona posteriormente informe al Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

Además, colaborarán en la evacuación de las personas del edificio de acuerdo al Programa de Emergencia.

6.2.4.1.3 Antecedentes

En el año 2006 se elaboró la tesis “Evaluación de riesgos y diseño de un sistema de prevención y control de incendios para las edificaciones críticas de la Escuela Politécnica Nacional”, cuyos autores son Mejía R. y Sarrade F., y contiene información sobre el análisis de riesgos desarrollado para cada edificio de la universidad en cuestión, entre ellos el de Ingeniería Civil y Ambiental, utilizando el método de Gretener. Sin embargo, no se conoce de ningún programa de seguridad que se haya implementado, basado en este estudio.

Un estudio realizado en el año 2010, enfocado en realizar un diagnóstico preliminar de la seguridad estructural del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, realizado por el Ing. Patricio Placencia (Centro de Investigación de la Vivienda, EPN), arrojó la conclusión de que el edificio no satisface los objetivos especificados en el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC, 2000), respecto a los requisitos para que una estructura tenga un adecuado diseño sismo-resistente.

6.2.4.1.4 Política de Seguridad de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

La Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental no cuenta con una política de seguridad, por lo tanto será necesario que en el presente trabajo se defina una política previa.

En el siguiente párrafo se menciona esta política previa, elaborada para el presente trabajo:

“Promover una cultura de seguridad que permita precautelar la calidad socio-ambiental, el bienestar de los trabajadores o visitantes y la integridad de las instalaciones y su entorno, a través del cumplimiento de las leyes y normativas aplicables, que conlleven a una gestión y mantenimiento adecuados del Sistema de Seguridad Industrial, y permitan una mejora continua y proactiva del ambiente laboral, en beneficio de la facultad y la universidad”.

La política de seguridad definitiva deberá ser aprobada por el Comité de Seguridad del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, una vez que este se integre.

6.2.4.1.5 Información del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental

Información general y ubicación

El edificio de Ingeniería Civil y Ambiental forma parte del Campus Politécnico Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional, y se encuentra ubicado en la calle Ladrón de Guevara. De acuerdo a la Ordenanza Municipal 003 del DMQ, está construido sobre un área cuya clasificación de uso de suelo es de tipo Residencial.

Actualmente, el edificio se encuentra ocupado de la siguiente manera:

- Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (FICA): planta baja, mezzanine, segundo piso, tercer piso y cuarto piso.
- Departamento de Física: primer piso y cuarto piso.
- Departamento de Ciencias Administrativas (DEPCA): cuarto piso.
- Instituto Geofísico: sexto piso y terraza.

Actualmente, el quinto piso del edificio se encuentra desocupado; sin embargo, se tiene previsto implementar oficinas de proyectos, aulas y centros de cómputo, lo cual deberá considerarse en el Sistema de Seguridad Industrial a futuro.

En términos generales, la edificación no cuenta con programas o planes para atención a emergencias, tampoco con escaleras de emergencia, equipos contra incendios, ni señalización.

Se puede acceder al edificio especialmente por la calle Ladrón de Guevara, desde el ingreso frente al Coliseo Rumiñahui o por Ingeniería Civil (desde el Hospital Militar). En ambos lugares se cuenta con guardias que tienen a su cargo el control de ingreso de vehículos.

Las actividades que desarrollan el personal y los alumnos en el edificio inician aproximadamente a las 7 am. y termina a las 9 pm., sin considerar casos estrictos de excepción en este intervalo de tiempo, para el personal de seguridad física y del Instituto Geofísico, quienes prolongan mucho más su horario de trabajo.

Frente a lo anteriormente expuesto, es importante mencionar que cualquier situación de emergencia será debidamente manejada por el personal de seguridad del edificio, junto con las brigadas y jefes de brigadas establecidos en el Plan de Emergencia.

En caso de suscitarse una emergencia en horas de la noche, días festivos o en vacaciones, los guardias de seguridad de la universidad procederán a contactar a las instituciones u organizaciones externas para la respectiva intervención.

Además, informarán al J.E. para que tome acciones de acuerdo al Plan de Emergencia.

El edificio se encuentra rodeado de áreas verdes y cuenta con un área de parqueadero frente al ingreso principal.

6.2.4.1.6 Mecanismo de información

Quienes realizan sus labores en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental o visitan sus instalaciones deben tener claro el mecanismo de información, en caso de que se produzca alguna emergencia. A continuación, se describe el mecanismo de información para cada situación.

Las razones por las cuales se deberá reportar y solicitar ayuda son:

- Terremoto, temblores fuertes
- Incendio
- Rayos, tormentas eléctricas
- Amenazas de atentado (bomba)
- Erupción volcánica y/o caída de ceniza
- Conmoción social
- Robos
- Incidente o accidente

Se deberá tener en cuenta que toda persona que identifique cualquiera de las situaciones mencionadas anteriormente procederá a informar inmediatamente al Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental o en las secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental; además, en la cartelera de cada planta del edificio se encontrarán los nombres y contactos de los jefes e integrantes de las brigadas de emergencias.

Protocolos de operación

Los protocolos de operación se presentan a continuación, para las siguientes emergencias:

Terremoto, temblores fuertes

Se seguirán los siguientes pasos:

Antes

No es posible prevenir un terremoto o temblor fuerte ya que es un evento de origen natural; sin embargo, a través de medios de comunicación se puede conocer de la emergencia.

Durante

A continuación se establecen los pasos a seguir para enfrentar la emergencia de terremoto/temblores fuertes:

- Mantener la calma y el orden tanto individual como grupal.
- Se procederá inmediatamente a abrir las puertas del área, oficina o aula, para evitar su atascamiento debido a las sacudidas.
- Toda persona que se encuentre dentro de las instalaciones del edificio deberá permanecer en el lugar donde se encuentre hasta que termine el movimiento. Se aplicará:
 - Triángulo de la vida, que requiere que toda persona se ubique en cuclillas con la cabeza baja al lado del escritorio (Ver Figura 6.1).
 - *Drop, Cover and Hold On*, técnica recomendada por la Cruz Roja Americana para compartimientos sin mobiliario, que requiere que

toda persona se agache, cubra, sostenga y espere (Ver Figura 6.2).

- Desde el centro de control, el Jefe de Emergencia activará la alarma de emergencia (tipo 1). Luego de terminada la emergencia se comunicará a través de la alarma tipo 1, o en caso de ser necesario se activará la alarma tipo 2 que indica la necesidad de evacuación. Toda la información recibida por el J.E. debe ser confirmada por los jefes de los equipos o brigadas y los responsables de áreas o departamentos de los pisos del edificio, a través de comunicaciones telefónicas o de conversaciones directas. Además, el J.E. solicitará apoyo al J.I. para este tipo de acciones en caso de considerarlo necesario. Cabe mencionar que el tipo de emergencia para terremotos o temblores fuertes es general.
- Inmediatamente, al escuchar la alarma tipo 1 de emergencia, todas las brigadas se encontrarán atentas al llamado por parte del J.E. para actuar en cualquier momento.
- El J.E. luego de la emergencia y de informarse sobre la situación interna y externa del edificio a través de los medios de comunicación o del J.I., decidirá si es necesario activar la alarma tipo 2 de evacuación, para lo cual deberá comunicarse de inmediato con el Equipo de Alarma y Evacuación, para que se encargue de dirigir a las personas hacia la zona de seguridad. Toda persona se dirigirá de manera rápida y ordena a través de las vías de evacuación hacia la salida.
- En el caso de los estudiantes, todos permanecerán con su grupo bajo la supervisión del profesor o ayudante responsable, de acuerdo al horario de clase respectivo, quienes serán los responsables de evacuar en forma ordenada y en calma a los estudiantes hasta que estos lleguen al pasillo, lugar desde el cual los miembros de la brigada de E.A.E. se encargarán de continuar con la evacuación a través de las vías de evacuación hasta la zona de seguridad.

- Se deberá tomar en cuenta que antes de que las personas evacuen deberán guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio.
- La zona de seguridad es la cancha de fútbol de la Escuela Politécnica Nacional, lugar en el que el Equipo de Alarma y Evacuación procederá a contabilizar las personas presentes. El mapa de evacuación se encontrará ubicado en las carteleras de cada planta (Ver Anexo No.19 "Mapas" -Mapa de rutas de evacuación hacia la zona de seguridad-).
- En caso de que se detecten heridos, el E.A.E. lo comunicará de forma urgente al J.E. para que el Equipo de Primeros Auxilios actúe inmediatamente guiado por el E.A.E.
- El E.P.A. se encargará de comunicar al J.E. si es necesario solicitar ayuda externa, ya sea a la Unidad de Bienestar Social o a hospitales para atención a heridos o personas que necesiten de un servicio médico especializado.
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, policía nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas y responsables de planta en caso de emergencia, se mantendrá por vía telefónica.

Después

- Las actividades se reanudarán después de que el J.E. así lo crea conveniente, previo la información proporcionada por las brigadas o los medios de comunicación que se tengan al alcance como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- La Unidad de Bienestar Social en caso de haber atendido a heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos y se comunique lo ocurrido.

Incendio

Se seguirán los siguientes pasos:

Antes

- Los cilindros de GLP deberán almacenarse externamente con protecciones, mientras que los cilindros de butano/propano de menor tamaño serán almacenadas con cuidado, alejados de fuentes de ignición.
- Mantener las hojas de seguridad de sustancias químicas al alcance de quienes trabajan con ellas, para que identifiquen si son o no inflamables y tengan cuidado durante el manejo (trabajar en lugares abiertos y ventilados).
- Mantener el orden y la limpieza en las áreas, pasillos y accesos, impidiendo que existan objetos o materiales que impidan el libre tránsito del personal, o que puedan representar material combustible y propaguen el fuego.
- Alejar los materiales combustibles (papeles, telas, cortinas, alfombras, etc.) de las fuentes de ignición.
- Arrojar los fósforos, colillas o elementos previamente apagados en recipientes adecuados.
- Los líquidos combustibles se deberán almacenar en envases perfectamente cerrados, en ambientes frescos y ventilados.
- Utilizar las instalaciones eléctricas adecuadamente sin sobrecargarlas.
- Brindar mantenimiento a las instalaciones eléctrica, evitando realizar reparaciones provisionales.
- Las cajas de breakers, toma corrientes y redes eléctricas deberán contar con las protecciones adecuadas y nunca encontrarse expuestas. En caso de desactivar puntos eléctricos, se deberá blindar los extremos expuestos de los cables.

- Brindar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos, maquinaria y artefactos eléctricos a través del personal técnico, para que se encuentren en buen estado.
- La señalización de los lugares de riesgo de incendio permitirá que el personal y usuarios del edificio se encuentren prevenidos de las actividades que pueden realizar.
- La capacitación continua a todo el personal del edificio permitirá hacerles conocer sobre el riesgo de incendio y las medidas que deben tomarse para prevenir y actuar frente a este.

Durante

Se seguirán los siguientes pasos:

- Mantener la calma y el orden tanto individual como del grupo.
- Oprimir el pulsador de la alarma para comunicar la emergencia, y en caso de conocer sobre la extinción de incendios y uso de los extintores se procederá a combatir inmediatamente el fuego hasta que lleguen los brigadistas.
- El Jefe de Emergencia será comunicado del incendio de inmediato, y procederá a contactarse con el Jefe de Intervención. El J.I. se comunicará y guiará al Equipo de Primera Intervención, para que acudan al lugar inmediatamente y utilicen los medios técnicos de la planta para controlar o apagar el incendio. Toda la información recibida por el J.E. debe ser confirmada y proporcionada por el J.I.
- El J.I. se comunicará con el J.E. para comunicar si se trata de un conato de emergencia, de una emergencia parcial o de una emergencia general, así como también, la necesidad de apoyo del Equipo de Segunda de Intervención con medios técnicos de otros pisos o si se debe solicitar ayuda externa (Cuerpo de Bomberos, hospitales, Policía Nacional, etc.).

En caso de un conato de emergencia, el J.E. procederá a activar la alarma tipo 1 de terminación de emergencia, una vez que el J.I. le comunique que el fuego ha sido controlado con éxito, y la evacuación se podrá realizar únicamente del personal que se encuentra en el área afectada (aula, oficina o ala del edificio), en caso de ser necesaria. Para la evacuación, el J.E. se pondrá en contacto con el E.A.E.

Si la emergencia es parcial, el J.E. procederá a comunicar la evacuación de una o dos plantas del edificio al E.A.E. El E.P.I. junto con el E.S.I. deberán acudir a combatir el incendio dirigidos por el J.I.

El J.I. determinará si es necesario el apoyo de medios externos, y en caso de requerirlo se comunicará con el J.E. para que lo solicite.

Si la emergencia es general, el J.E. activará la alarma tipo 2 de evacuación para todo el edificio. Además, comunicará al E.A.E. y llamará inmediatamente al Cuerpo de Bomberos y hospitales más cercanos.

El J.E. designará al J.I. para que dirija al E.P.I. junto con el E.S.I., quienes deberán acudir a combatir el incendio hasta la llegada del apoyo externo.

- El J.E. se comunicará con el J.P.A. para que comunique la necesidad de apoyo al E.P.A. de acuerdo a la información obtenida a través del J.I.
- La evacuación deberá iniciarse por la planta afectada y los pisos más altos del edificio, considerando que en la planta baja se encontrarán miembros del E.A.E. que los dirigirá desde la salida del edificio hasta la zona de seguridad. Las evacuaciones posibles son:
 - a) De un aula.
 - b) De un ala del nivel del edificio.
 - c) De una o varias plantas del edificio.
 - d) De la totalidad del edificio.

Se deberá tomar en cuenta que antes de que las personas evacuen, deberán guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio.

- La zona de seguridad es la cancha de fútbol de la Escuela Politécnica Nacional, lugar en el que el Equipo de Alarma y Evacuación procederán a contabilizar las personas presentes. El mapa de evacuación se encontrará ubicado en las carteleras de cada planta (Ver Anexo No.19 "Mapas" -Mapa de rutas de evacuación hacia la zona de seguridad-).
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas y responsables de planta, en caso de emergencia, se mantendrá vía telefónica.

Después

- Se reanudará toda actividad previa orden del J.E., una vez que se haya inspeccionado el área, planta o todo el edificio por parte del Cuerpo de Bomberos y de los equipos humanos de emergencias.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos, para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comunique lo ocurrido.

Rayos, tormentas eléctricas

Se seguirán los siguientes pasos:

Antes

No es posible prevenir un rayo o tormenta eléctrica ya que son eventos de origen natural. Sin embargo, a través de medios de comunicación se puede conocer de la emergencia.

Durante

Se considerarán los siguientes pasos de operación:

Se considerarán los siguientes pasos de operación:

- Mantener la calma y el orden tanto individual como grupal.
- Una vez analizada la necesidad de activar la alarma tipo 1 de emergencia, de acuerdo a los reportes de los medios de televisión, internet, radio, entre otros de credibilidad, el J.E. llamará al E.A.E. quienes se encargarán de que toda persona que se encuentre dentro en las instalaciones del edificio permanezca en el lugar donde se encuentra, hasta que termine el evento y no tengan contacto con equipos energizados o conectados a redes de energía eléctrica. Toda la información recibida por el J.E. debe ser confirmada por los jefes o responsables de áreas o departamentos de los pisos del edificio, a través de comunicaciones telefónicas o de conversaciones directas. Además, el J.E. solicitará apoyo al J.I. para este tipo de acciones en caso de considerarlo necesario.
- El J.E. deberá solicitar el apoyo al J.I. y al E.P.I. para que se encarguen de revisar que las conexiones eléctricas de cada planta del edificio se encuentren desconectadas.
- En el caso de que los daños no sean significativos (de acuerdo al reporte del J.I.), se reanudará toda actividad en el edificio una vez dada la orden por el J.E., activando la alarma tipo 1 de terminación de la emergencia. Caso contrario, esta persona activará la alarma tipo 2, para que el E.A.E. se encargue de evacuar a las personas. Además, el J.I. verificará si se

necesita de la ayuda del E.P.A.; en caso de ser así, le comunicará de inmediato al J.E para que se contacte con el J.P.A (dirigirá al E.P.A.).

En caso de un conato de emergencia, de una emergencia parcial o general por posible fuego identificado, se procederá como en la operación para incendios.

Se deberá tomar en cuenta que antes de que las personas evacuen, deberán guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio.

- El Jefe de primeros auxilios se encargará de comunicar la necesidad de solicitar el apoyo de hospitales en caso de necesitarlo a través del J.E.
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas y responsables de planta en caso de emergencia, se mantendrá vía telefónica.

Después

- Se reanudará toda actividad previa orden del J.E., una vez que se haya inspeccionado el área, planta o todo el edificio por parte de las instituciones externas y de los equipos humanos de emergencias del edificio. Además, se tomará en cuenta la información de los medios de comunicación que se tengan al alcance como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comuniquen lo ocurrido.

Amenazas de atentado (bomba)

Se seguirán los siguientes pasos:

Antes

- Cualquier situación extraña o fuera de lo normal realizada por personas que no son conocidas en el edificio, o de aparición de objetos o paquetes no comunes en las áreas de las plantas o pasillos del edificio, deberá comunicarse inmediatamente a los guardias del edificio, J.E., secretaría del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.
- No brindar información confidencial a personas desconocidas.
- Los guardias del edificio deberán controlar e inspeccionar el ingreso de paquetes o equipos al edificio, así como cualquier situación no común.

Durante

- Mantener la calma y el orden tanto individual como del grupo.
- El Jefe de Emergencia será comunicado del estado de emergencia, por medio de la secretaria del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, así como también del Supervisor de seguridad de la EPN, y activará la alarma tipo 1 de emergencia.
- Inmediatamente el J.E. se contactará con el Supervisor de seguridad y si la situación ya fue resuelta, activará la alarma tipo 1 de terminación de emergencia, caso contrario se comunicará con la Policía Nacional.
- Una vez establecida la emergencia general, el J.E. se comunicará con el E.A.E. y activará la alarma tipo 2 para evacuar. Los mapas y vías de evacuación, al igual que en los casos anteriores, deberán ser observados en las carteleras del edificio.

Se deberá tomar en cuenta que antes de que las personas evacuen, deberán guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio.

- El Jefe de Emergencia pedirá al Jefe de Intervención y E.P.I. que procedan a apoyar al Supervisor y personal de seguridad de la EPN y Policía Nacional, en la inspección de las instalaciones del edificio.
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas e instituciones externas se mantendrá vía telefónica.

Después

- Se reanudará toda actividad, si así lo creen conveniente el J.E. junto con el Supervisor de seguridad de la EPN y el Jefe de operación de la Policía Nacional; caso contrario, se suspenderá toda actividad en el edificio hasta nuevo aviso.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comunique lo ocurrido.

Erupción volcánica y/o caída de ceniza

Se seguirán los siguientes pasos:

Antes

No es posible prevenir una erupción volcánica y/o caída de ceniza, ya que son eventos de origen natural. Sin embargo, a través de medios de comunicación se puede conocer de la emergencia.

Durante

Se procederá de la siguiente manera:

- Mantener la calma y el orden tanto individual como del grupo.
- El Jefe de Emergencia será comunicado del estado de emergencia, y procederá a contactar al Equipo de Emergencia y Evacuación, quienes procederán a informar a las personas del edificio.
- Toda persona deberá permanecer en espacios cubiertos, prohibiéndose la salida a espacios abiertos. Si la caída de ceniza es fuerte, se cerrarán las puertas y ventanas, manteniendo la suficiente ventilación y abriendo 1/4 las puertas de los pasillos.
- En caso de una erupción volcánica, se procederá de manera similar al plan de actuación de terremotos y temblores fuertes.
- Mientras la situación no lo permita, no se evacuará el edificio; sin embargo, el Equipo de Alarma y Evacuación deberá estar atento a cualquier llamado.
- Se deberá tomar en cuenta que antes de que las personas evacuen, deberán guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio. Esta emergencia es una emergencia general.
- El J.P.A. guiará al Equipo de Primeros Auxilios para prestar atención a las personas que lo necesiten, previo aviso por parte del J.E. Además, en caso de requerir apoyo de instituciones externas de salud, se solicitará al J.E.
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas e instituciones externas se mantendrá vía telefónica.

Después

- Solo se reanudarán las actividades después de que el J.E. así lo crea conveniente, una vez informado por los medios de comunicación que se tengan al alcance, como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la Secretaría de la Facultad de

Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comuniquen lo ocurrido.

Comoción social

Se seguirán los siguientes pasos:

Antes

En caso de ocurrencia de una manifestación social en la ciudad, en los alrededores o dentro de la universidad, que se realice pacíficamente, se continuará normalmente con toda actividad, pero siempre considerando la posibilidad de que se puedan tornar violentas y pongan en peligro la seguridad de las personas.

Durante

Para este caso se procederá de la siguiente manera:

- En caso de tornarse violentas las manifestaciones sociales, el Jefe de Emergencia procederá a contactar al E.A.E. para que informe a todas las personas del edificio de los sucesos, y activará la alarma tipo 1 de emergencia.
- Se esperará el aviso de continuar o suspender las actividades por parte del Jefe de Emergencia.
- Mientras la situación no lo permita, no se evacuará el edificio. Sin embargo, el Equipo de Alarma y Evacuación deberá estar atento a cualquier llamado.
- Los guardias del edificio se encargarán de mantener la seguridad en el edificio y no dejarán salir ni ingresar a ninguna persona, hasta que el J.E. ordene que debe hacerse.

- Se recomienda a todos los ocupantes del edificio guardar su información importante y confidencial bajo llave en sus escritorios o computadoras de escritorio.
- Una vez superada la emergencia, el J.E. procederá a activar la alarma tipo 1 de terminación de la emergencia, caso contrario, solicitará apoyo externo a los guardias de seguridad de la E.P.N. y a la Policía Nacional.
- El Equipo de Primeros Auxilios dirigido por el J.P.A atenderá a las personas que lo necesiten, o solicitará ayuda a la Unidad de Bienestar Social y hospitales.
- Las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas e instituciones externas se mantendrá vía telefónica.

Después

- Solo se reanudarán las actividades después de que el J.E. así lo crea conveniente, una vez informado por los medios de comunicación que se tengan al alcance como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la Secretaría de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comunique lo ocurrido.

Robos

Para este caso se procederá de la siguiente manera:

Antes

Un robo se puede prevenir siendo cauteloso al utilizar computadoras portátiles, celulares o equipos de valor en lugares o edificios de uso público.

Se recomienda recoger todos los materiales utilizados después de cada clase o práctica en las aulas del edificio, y en caso de encontrar objetos olvidados, reportarlos o entregarlos a las secretarías tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

Durante

- Informar inmediatamente al guardia del edificio, quien reportará a su Superior para iniciar la búsqueda de sospechosos en el edificio y en toda la universidad. Así también, él o los guardias del edificio comunicarán de lo sucedido en las oficinas de la Secretaría del Decanato o se contactarán directamente con el Jefe de Emergencia.
- El J.E. se comunicará con los jefes de las brigadas y con los responsables de área de cada planta del edificio, para que puedan informar cualquier situación sospechosa y transmitirla al Supervisor de seguridad de la universidad. En caso de heridos, el J.E. solicitará ayuda al E.P.A. a través del J.P.A., y de ser necesario a la Unidad de Bienestar Social.
- El Supervisor de seguridad informará al J.E. si es necesario comunicarse con la Policía Nacional o si la situación ya ha sido resuelta por ellos. En el caso de que no se haya podido resolver, el J.E. procederá a comunicar lo sucedido a las autoridades, para que con ayuda del personal de seguridad y el Supervisor de seguridad de la EPN, puedan encontrar al o los culpables.
- Las secretarías, tanto del Decanato como de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se encargarán de la comunicación interna en la universidad o externa con instituciones como hospitales, Policía Nacional, etc.
- La comunicación entre jefes de brigadas, brigadistas e instituciones externas se mantendrá vía telefónica.

Después

- Solo se reanudarán las actividades después de que el J.E. así lo crea conveniente, una vez informado por los medios de comunicación que se tengan al alcance como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- La Unidad de Bienestar Social, en caso de haber atendido heridos, reportará la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comuniquen lo ocurrido.

Incidentes o accidentes

Se seguirán los siguientes pasos:

Antes

Para prevenir incidentes o accidentes, es importante que todos quienes realizan sus labores en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental consideren el uso de EPP (Ver Capítulo 5, numeral 5.6), conozcan los riesgos inherentes a su labor, cumplan con los procedimientos y mantenimientos de equipos y sean capacitados continuamente, entre los puntos más importantes.

En el presente trabajo se ha analizado, evaluado y estimado el riesgo, así como también se ha propuesto el uso de EPP de acuerdo a los riesgos identificados (Ver Anexo No.12 “Matriz general de riesgos del INSHT – Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”, No.14 “Matriz de tareas específicas” y No.15 “Metodología Apell”).

Los temas de capacitación recomendados para los usuarios del edificio se presentan dentro de este capítulo, en el numeral 6.1.5.3.

Durante

Para este caso se procederá de la siguiente manera:

- Quien haya sufrido el incidente/accidente o estado presente, activará inmediatamente la alarma tipo 1 de emergencia y procederá a comunicarse con las secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.
- El J.E. una vez en conocimiento de lo sucedido, llamará al J.P.A. para que junto con el E.P.A. acudan en ayuda de la o las personas que han sufrido un incidente o accidente.
- El J.P.A. reportará inmediatamente al J.E. para comunicar la situación de emergencia, en caso de haber solucionado la situación. La o las personas serán llevadas al Servicio Médico de la Unidad de Bienestar Social de la universidad para su valoración o atención complementaria.
- Si la situación de los pacientes es grave, el J.E. se comunicará con los hospitales cercanos para que acudan a la universidad.
- El J.E. también se comunicará con la brigada de E.A.E. para que apoye al E.P.A. durante el traslado de los pacientes en caso de ser varios, con la finalidad de facilitarles el ingreso y llegada hacia el lugar del incidente o accidente, así como de la salida con las personas afectadas.

Después

- Solo se reanudarán las actividades después de que el J.E. así lo crea conveniente, una vez informado por los medios de comunicación que se tengan al alcance como teléfono, internet, televisión, radio, etc.
- El J.E. deberá solicitar información a los hospitales donde se hayan trasladado a heridos o a la Unidad de Bienestar Social, para que reporten la lista de pacientes en lo posible con datos, como números de teléfono de familiares cercanos para que la secretaria de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental se contacte con ellos, y se comuniquen lo ocurrido.

6.2.4.1.7 Comunicaciones y Control de la documentación

Las comunicaciones y documentos serán manejados por la secretaria del Decanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental; se guardarán en un archivo por separado y serán revisados por el Comité de Seguridad al finalizar cada año de labores, con la intención de realizar un reporte anual cuantitativo y cualitativo sobre el tema de seguridad en el edificio. Es oportuno que se manejen recomendaciones y conclusiones dentro del reporte anual.

Los registros, cronogramas e informes en materia de seguridad serán entregados con fecha, tema, nombre y firma de responsables, a la secretaria del Decanato.

6.2.4.1.8 Seguimiento y Control de cumplimiento

El Comité de Seguridad se encargará de dar seguimiento y controlar el cumplimiento de los programas descritos dentro del Sistema de Seguridad Industrial para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental y del Plan de Emergencia.

6.2.4.1.9 Revisión por la Dirección

El Comité de Seguridad del edificio se encargará de revisar los programas y cronogramas desarrollados para llevar adelante el Sistema de Seguridad Industrial. El Decano será el único que apruebe los cronogramas y programas, y en su ausencia, lo hará el Subdecano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

6.2.4.1.10 Normativa

Se consideraron los criterios del “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo” de año 1998 y del

“Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra incendios” del 2009, de Ecuador.

La estructuración y redacción del Plan de Emergencia se basa en la NTP de la Orden de 29/11/1984 del Ministerio del Interior, España, Protección Civil, "Manual de Autoprotección. Guía para el desarrollo del plan de emergencia contra incendios y de evacuación de locales y edificios" y en la Resolución Administrativa No. 036-CG-CBDMQ-2009, del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, "Formato para la Elaboración de Planes de Emergencia" del 15 de junio del 2009.

6.2.4.1.11 Vocabulario

Accidente: es todo suceso inesperado que interrumpa o entorpezca el proceso de una actividad determinada, y que pueda acarrear daño al personal, facilidades físicas o combinación de éstas.

Degradación: se refiere a la destrucción física o la descomposición del material de la ropa protectora, debido a la exposición a sustancias químicas, uso, condiciones ambientales (exposición a luz solar) y método de almacenaje. La degradación del equipo puede ser observada por señales visibles como por ejemplo, encogimiento, cambios en la dureza y flexibilidad, cambio en color y otros.

Desecho peligroso: desecho sólido o líquido, o combinación de éstos que por su cantidad, concentración física, química o infecciosa pueda: causar o contribuir significativamente a un aumento en la mortalidad, o a un aumento de un daño irreversible serio, o un daño reversible incapacitante que represente un peligro sustancial a la salud humana o al medio ambiente, al ser utilizado, almacenado, transportado o manejado de manera impropia.

EPP: equipo de protección personal.

Explosivo: químico que produce una repentina liberación de gas, presión o calor cuando recibe un golpe, presión o calor.

Generador: cualquier persona o grupo de personas naturales o jurídicas cuyos actos, procesos o acciones producen desperdicios biomédicos y químicos regulados.

Laboratorios: instalación o sitio de trabajo que usa pequeñas cantidades de sustancias químicas, para realizar pruebas no relacionadas con producción o manufactura.

Material peligroso: incluye materiales tóxicos, inflamables, líquidos y gases explosivos.

Permeación: proceso mediante el cual una sustancia química líquida se mueve a través de un material a un nivel molecular. El tiempo que tarda entre el momento del contacto inicial de la sustancia química con la superficie exterior del material de la ropa protectora o guante, y el momento en que la sustancia es detectada en la superficie del lado interior se conoce como el “breakthrough time”. Este tiempo varía en un mismo material, dependiendo de la sustancia química con la que esté en contacto.

Penetración: movimiento de las sustancias químicas a través de los “zippers”, las costuras, imperfecciones del material o huecos imperceptibles en el equipo, válvulas y otras.

Personal: colaborador, empleado, comunidad universitaria, estudiante, contratistas, etc. Incluye toda persona que se encuentre dentro de los predios del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional.

6.2.5 PROGRAMAS

6.2.5.1 Programa para laboratorios

a) Objetivo

Establecer los requisitos mínimos para todo el personal que labore en los laboratorios del edificio, y les permita trabajar en condiciones seguras.

b) Alcance

Se aplicará a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN, donde se encuentren ubicados los laboratorios.

6.2.5.1.1 *Con Equipos de Presión*

Se recomiendan ensayos de presión hidrostática en todos los equipos de laboratorio diseñado para trabajar a valores mayores a $0,5 \text{ kg/cm}^2$ con la finalidad de asegurar su capacidad para soportar la temperatura y presión a la cual puede normal o accidentalmente estar sometido.

Se recomiendan ensayos periódicos para un mejor control de los mismos, siendo los períodos entre ensayos más cortos cuanto mayor sea la presión interna.

Todo equipo bajo presión debe estar provisto de un manómetro que indique la presión de trabajo aproximadamente en la mitad de la escala, y debe poseer una válvula de seguridad calibrada adecuadamente.

Debe evitarse el uso de aparatos de vidrio en trabajos a presión. Este es un material muy inseguro para esta clase de trabajos y puede fallar en cualquier momento.

6.2.5.1.2 Con Gases Comprimidos

a) Tubos o Cilindros

- Cada persona que trabaje con tubos o cilindros que contienen gases comprimidos debe familiarizarse con el uso correcto de estos y sus accesorios.
- Los recipientes para gases comprimidos son seguros para los usos a los que se han destinado. Sin embargo, pueden ocurrir serios accidentes por alguna mala manipulación o abuso de los mismos.
- Todos los tubos de gases comprimidos deben tener además del color que los identifica de acuerdo a las normas INEN, el nombre genérico del gas claramente indicado con letras impresas o estampadas visibles.
- Es necesario confeccionar una ficha para cada tubo, en la que se indique el tipo de gas, fecha de recarga y observaciones pertinentes.
- Debe establecerse un sector central de almacenaje, a fin de asegurar un control efectivo de los mismos.
- No deben almacenarse juntos tubos vacíos y llenos.
- El número de tubos se limitará a las necesidades y previsiones de su consumo, evitándose un almacenamiento excesivo.
- Quedarán protegidos de los rayos del sol y de la humedad intensa y continua.
- Los locales de almacenaje se marcarán con letreros de "PELIGRO DE EXPLOSIÓN", claramente visibles.
- Se prohíbe la ubicación de tubos en lugares de tránsito de personal.
- Los tubos no se deben tratar en forma brusca.

6.2.5.1.3 Con Hornos de Secado y Muflas

No deben colocarse productos volátiles de punto de inflamación inferiores a 75 °C en hornos eléctricos de secado. Hay un alto riesgo cuando el horno se calienta con resistencias que alcanzan una temperatura mayor que la de ignición de los

inflamables, y también cuando el controlador de temperatura del horno no es a prueba de chispas.

Los calentadores eléctricos que se utilicen en presencia de vapores inflamables deben estar equipados con llaves antiexplosión.

Antes de iniciar una tarea con la mufla, el personal debe asegurarse de que se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento (que el pirómetro indique la temperatura correcta y que funcione el sistema de corte automático).

Es recomendable conectar la salida de gases de la mufla al exterior para evitar la contaminación del ambiente de trabajo.

No es recomendable colocar en la mufla productos húmedos. Si se trata de material orgánico o combustible, se debe carbonizarlo previamente con calentadores eléctricos debidamente protegidos dentro de la sorbona.

Cuando la mufla esté encendida, se deberá abrir la puerta de esta suavemente, utilizando las pinzas del material y tamaño adecuados, así como también, usando guantes para la protección de las manos a altas temperatura. Es aconsejable colocar estos elementos de seguridad cerca de la mufla y emplear solamente las cápsulas y crisoles resistentes a altas temperaturas.

Las estufas destinadas al secado de material de vidrio o plástico, crisoles y cápsulas de porcelana, deben utilizarse sólo para ello.

6.2.5.1.4 Con equipos eléctricos

Deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones generales:

- Todos los equipos eléctricos, sean portátiles o instalados en forma permanente, deben estar conectados a tierra.

- Los aparatos y equipos eléctricos deben desconectarse completamente de la fuente de energía, cuando no se trabaje con ellos.
- Antes de manipular elementos eléctricos tales como reóstatos, llaves, etc., el personal debe asegurarse de que las manos estén completamente secas, empuñar el equipo por el lugar adecuado y que este se encuentre aislado respecto de tierra.
- Minimizar la utilización de extensiones. En caso de necesitar una prolongación de cable, evitar colocarla en zonas donde transita el personal.
- Debe informarse inmediatamente cualquier chispa, sobrecalentamiento o cualquier otro defecto aparente en los circuitos, conductores o equipos eléctricos.
- Si una persona recibe una descarga eléctrica, debe retirársela inmediatamente (si no lo ha hecho por sí misma) del equipo o aparato, con las precauciones del caso para evitar sufrir también la descarga. En esta acción se debe tener en cuenta lo siguiente: cortar el paso de la corriente eléctrica en el sector y emplear elementos no conductores para retirar a la persona.
- Toda persona expuesta a una descarga eléctrica debe recibir de inmediato atención médica.

6.2.5.1.5 Con equipos emisores de láser; rayos X / U.V. / I.R.

a) Radiaciones no ionizantes

Corresponden a este grupo las emisiones de radiación infrarroja (I.R.), ultravioleta (U.V.), láser, etc.

La luz infrarroja puede afectar a los ojos (visión), actúa como una fuente puntual de calor y puede aumentar los efectos dañinos de otras radiaciones. Deben emplearse lentes apropiados que filtren la radiación infrarroja.

La luz ultravioleta provoca irritaciones en la piel o quemaduras similares a las producidas por los rayos solares, y es muy dañina para los ojos. Aún a exposiciones cortas puede generar una ceguera temporal por daño en la córnea. También deberán utilizarse lentes que filtren esta radiación, a pesar de que lo más aconsejable es cubrir totalmente la fuente de emisión.

En todos los casos se evitará que accidentalmente el láser incida en los ojos (visión), extremando las precauciones en el empleo de espejos y otros tipos de accesorios que pudieran desviar el rayo de su trayectoria original.

b) Radiaciones Ionizantes

Corresponden a este grupo las radiaciones X, alfa, beta y gamma de elementos radioactivos o de equipos aceleradores.

En todos los casos, el personal que esté a cargo de equipos con radiación ionizante será el responsable de la manipulación, control y seguimiento de la operación de los mismos; así como de la autorización para que sean operados por terceros, previa indicación de los riesgos.

6.2.5.2 Programa de manejo, almacenamiento y eliminación de productos químicos

a) Objetivo

Establecer los requisitos mínimos para el manejo, almacenamiento y eliminación de productos químicos.

b) Alcance

Aplicará a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN, donde se manejen productos químicos.

c) Desarrollo

Una correcta manipulación de los productos químicos es uno de los factores clave para la prevención de accidentes.

Mantener los laboratorios con orden y limpieza elimina muchos de los factores de peligro. Para ello, los pisos, estantes y mesas de trabajo deben mantenerse sin materiales extraños, libres de productos químicos o equipos que no se usen.

Se conoce que muchos de los productos químicos que se utilizan en el laboratorio, además de presentar riesgos por sí mismos, pueden producir reacciones muy peligrosas en contacto con otros productos. Para evitar estos problemas, es necesario tener en cuenta determinadas precauciones y medidas de seguridad:

- Almacenar los productos químicos, agrupados por el tipo de riesgo que pueden generar (toxicidad, incendio, etc.) y respetando las incompatibilidades que existen entre estos.
- No almacenar dentro de los laboratorios, más productos químicos de los necesarios para trabajar y realizar previsiones de compra y consumo a corto plazo.
- No se deberían comprar o aceptar donaciones de productos químicos que no se van a utilizar de inmediato. En el caso de productos vencidos o deteriorados, que no se usarán, se deben tratar como “desechos” y quitándolos inmediatamente del área de almacenaje.
- En los laboratorios se deberán tener las Hojas de Seguridad de los productos químicos peligrosos existentes, en lugares visibles.
- Sólo pequeñas cantidades de algunos productos químicos que se usarán en un tiempo corto, se pueden almacenar en las áreas individuales de trabajo, los cuales deberán estar convenientemente rotulados.
- Controlar periódicamente el estado de seguridad de los envases que contienen productos químicos, verificando que no se hayan deteriorado ni

que hayan sufrido daños. Todos los recipientes deben almacenarse bien cerrados, para evitar el contacto con el aire y la humedad.

- Todo el personal que labore en los laboratorios deberá conocer la peligrosidad de las sustancias almacenadas, así como también las medidas de protección y prevención.
- No almacenar productos químicos a nivel del piso. Se aconseja usar estantes o gabinetes bajos, con un borde externo para evitar que se vuelquen las botellas o recipientes. Estos estantes no deben sobrecargarse y deberán sujetarse firmemente a la pared o al piso.
- Elegir el recipiente adecuado para guardar cada tipo de sustancia química, y tener en cuenta el posible efecto corrosivo que pueda tener sobre el material de construcción del envase.
- Todas las botellas y recipientes deben estar perfectamente identificados. En caso de duda sobre la composición de un producto, es recomendable que este sea descartado.

Normas generales de seguridad de laboratorios para profesores y estudiantes

Para la realización de prácticas en los laboratorios, se deberán considerar las normas y reglas de seguridad mencionadas a continuación:

- Asegúrese de saber donde están colocados los equipos técnicos para emergencias (extintores, pulsadores de alarmas, salidas de emergencia, botiquín de primeros auxilios, etc.).
- Está prohibido que personas ajenas al laboratorio entren a este mientras se llevan a cabo las prácticas, sin previa autorización del profesor o ayudante a cargo.
- Tanto el profesor como los estudiantes deberán usar su bata o mandil de laboratorio (que cubra a la persona hasta un poco más abajo de la rodilla), guantes (de acuerdo al tipo de práctica) y gafas de laboratorio. Además, los zapatos que usarán durante la práctica deberán ser completamente cerrados.

- El área de trabajo deberá estar organizada y limpia, incluyendo el lavador.
- No se permite fumar, comer o beber dentro del salón del laboratorio.
- No sentarse en las mesas del laboratorio, ya que puede ser peligroso por las sustancias químicas y materiales que se utilizan.
- No jugar o correr en el salón de laboratorio.
- Cuando se realicen trabajos con equipos para calentar, en el laboratorio se tomará en cuenta:
 - o Colocarlos en un lugar seguro.
 - o Advertir que están calientes.
 - o No dejarlos desatendidos por largos lapsos de tiempo.

- Cada equipo tiene un uso específico, por lo tanto, no se lo podrá utilizar para otros propósitos.
- Todo cristal roto deberá ser depositado inmediatamente como desecho; no podrá reutilizarse.
- En caso de rotura de cristalería, deberá informarse inmediatamente al profesor o al ayudante de laboratorio para poder disponer de los cristales rotos apropiadamente.
- En caso de la rotura de un termómetro, es prudente se informe rápidamente al profesor de manera que se puedan recoger los desperdicios de mercurio.
- Todos los reactivos químicos que se encuentran en el laboratorio pueden ser tóxicos, corrosivos o inflamables, por lo tanto, es importante leer las etiquetas de los reactivos.
- Cuando se trabaje con sustancias volátiles o peligrosas, se trabajará dentro del extractor.
- Se deberá mantener los reactivos inflamables y explosivos lejos de fuentes de calor.
- Es importante se evite contaminar los reactivos, por lo tanto, nunca se introducirán pipetas o goteros en las botellas de estos, únicamente se recomienda transferir la cantidad de reactivo deseada a un envase independiente.

- Si por alguna razón se debe oler productos químicos, nunca se lo realizará directamente. Mantener alejado el envase, y con la mano abanicar los vapores hacia la nariz.
- Todo desperdicio químico deberá ser colocado en un sitio designado por el profesor o ayudante. Bajo ninguna circunstancia deberá ser descargado por el lavadero.
- No se permitirá mover materiales, equipos o sustancias químicas fuera del laboratorio, sin el permiso previo del profesor o ayudante del laboratorio.
- Sólo se podrá almacenar sustancias químicas en los envases y sitios asignados por el profesor o ayudante del laboratorio.
- Antes de comenzar a utilizar un equipo, los alumnos y el profesor, deberán cerciorarse que este se encuentre en buenas condiciones. Esto es para evitar accidentes durante la realización de la práctica.
- Cualquier accidente que ocurra dentro de un laboratorio debe ser inmediatamente reportado al profesor o ayudante del laboratorio.

6.2.5.3 Programa de respuestas a emergencias de derrame químico

a) Objetivo

Establecer los lineamientos mínimos para dar respuesta a emergencias de derrames de químicos.

b) Alcance

Aplicará a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN, donde se manejen productos químicos.

c) Desarrollo

Frente a un derrame de productos químicos, se deben considerarse las siguientes reglas generales:

- Determinar el método de limpieza apropiado, consultando la información provista por el fabricante del producto o mediante las Hojas de Seguridad (MSDS).
- No realizar ninguna acción si no se está seguro del procedimiento a seguir. Solicitar ayuda de inmediato a quien tenga conocimientos del tema, como los profesores o ayudantes de laboratorio.
- No iniciar la limpieza si no se dispone de los equipos de protección adecuados.
- Si el derrame es menor y sus efectos conocidos, se podrá proceder a la limpieza inmediatamente.
- Si el derrame es de composición desconocida o de alto riesgo (vapores tóxicos y/o explosivos, alta corrosividad, etc.), se deberá alertar a todas las personas presentes y comunicar del evento a la Secretaría del Decanato o a la Secretaría de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, para que el Jefe de Emergencia decida que se debe hacer de acuerdo a los protocolos de actuación del Plan de Emergencia.

6.2.5.4 Programa de seguridad para riesgo eléctrico

a) Objetivo

Establecer los requisitos mínimos para todo el personal que tenga que realizar trabajos eléctricos en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

b) Alcance

Aplicará a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

c) Desarrollo

Las recomendaciones mínimas a considerar son:

- Solamente el personal calificado y autorizado realizará trabajos eléctricos en el edificio.
- El personal calificado y autorizado se asegurará de que:
 - Los interruptores y tomacorrientes se encuentren identificados.
 - Los tomacorrientes tengan sus tapas o protecciones.
 - Las cajas eléctricas estén firmemente aseguradas a la pared.
 - No haya agua acumulada frente a los paneles eléctricos.
 - Existan rótulos que indiquen del riesgo eléctrico y que impidan la entrada de personal no autorizado a los lugares donde existan instalaciones eléctricas.
 - Los equipos eléctricos estén ubicados en lugares donde no puedan ser golpeados por vehículos.
 - Las cajas eléctricas estén colocadas en posición horizontal.
 - No existan cables sin enchufes conectados a los tomacorrientes.
 - En las cajas eléctricas no existan huecos que expongan las barras energizadas.
 - No existan instalaciones eléctricas, motores, generadores, armazones y maquinarias sin conexión a tierra.
 - No existan partes vivas de equipo expuestas a personal no autorizado.
 - No existan cables eléctricos por pasillos y lugares similares que creen riesgos de caída y de choques eléctricos.
 - No existan cordones flexibles empalmados sin tener los empalmes apropiados.
 - Las herramientas eléctricas tengan mantenimiento preventivo.
 - Ningún equipo o herramienta tenga alteraciones.
 - Los cuartos eléctricos no se utilicen para almacenamiento de otros materiales.
 - Toda caja eléctrica tenga el voltaje identificado.

- Exista iluminación adecuada cuando se realicen trabajos eléctricos.
- Se tengan extintores identificados y disponibles en las áreas con riesgo eléctrico y sobre todo cuando se realicen trabajos eléctricos.
- Cuando se esté taladrando una pared, los trabajadores responsables se asegurarán que no hayan cables eléctricos pasando por dentro de esta.

6.2.5.5 Programa para uso de equipos de protección personal

a) Objetivo

Establecer un procedimiento de selección, uso y mantenimiento del equipo de protección personal (EPP).

b) Alcance

Este programa aplica a todos los trabajadores, profesores y alumnos que laboran en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

c) Desarrollo

La Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental y demás instituciones y departamentos que funcionan en el edificio, proveerán a sus respectivos trabajadores, profesores, técnicos y estudiantes, sin costo, el equipo de protección personal que sea necesario, para que puedan realizar sus funciones libres de riesgos o condiciones que afecten su salud o seguridad.

El equipo de protección personal dependerá del área y las tareas de trabajo que realice cada persona. Será obligación de cada individuo, utilizar el equipo provisto, que podrá incluir, entre otros: gafas, casco, guantes de seguridad, protección para los oídos, respiradores, botas, mandil, cinturones o fajas de seguridad, etc.

El propósito de utilizar equipo de protección personal es aislar al individuo de los riesgos que se puedan encontrar en el área de trabajo. En el Anexo No.19 “Mapas” (Mapa de identificación de riesgos en general) se presenta la identificación de riesgos de acuerdo a cada planta del edificio, lo cual servirá para recomendar y exigir la utilización del EPP de acuerdo a cada caso.

Tipos de protección

Protección de los ojos y cara

La selección del tipo de protección dependerá del tipo de riesgo presente, del estado físico y características químicas de la sustancia y de los efectos de la misma en el cuerpo.

Una regla sumamente importante, es que jamás se deberá utilizar lentes de contacto cuando se trabaja con sustancias químicas, tanto bajo condiciones normales como bajo condiciones de emergencia.

Los requisitos mínimos para la protección de los ojos son los siguientes:

- Las gafas de protección deben ser utilizadas adecuadamente contra aquellos peligros para los que fueron diseñadas.
- Deben ser cómodas, ajustadas, pero sin interferir con el movimiento o campo visual de la persona que las usa.
- Que se puedan limpiar y desinfectar con facilidad.
- Que cumpla con el diseño de construcción y pruebas de resistencia, certificadas por el fabricante.

Protección de las vías respiratorias

La protección respiratoria es de importancia primaria, pues, la inhalación es la ruta principal de exposición a sustancias químicas. Los respiradores protegen de

contaminantes en forma de polvo, nieblas, emanaciones, humos, gases y vapores.

Especialmente, las mascarillas se utilizarán en los laboratorios por parte de los profesores, ayudantes y estudiantes (para sustancias volátiles y gases), así como, durante las actividades de limpieza del edificio, realizadas por los conserjes (protección de polvos).

Protección de la cabeza

El riesgo principal para la cabeza es el impacto de objetos, fijos o en movimiento. El equipo utilizado es el casco de seguridad.

Es importante que el casco esté bien ajustado, para evitar que se caiga o se mueva interfiriendo con la visión. Las lesiones en la cabeza pueden deberse a objetos que caen o a objetos fijos.

El equipo para la protección de la cabeza debe ser resistente a la penetración y amortiguar el impacto de un golpe. Por lo tanto, es de suma importancia constatar que el fabricante certifique pruebas de resistencia y diseño.

Protección de los pies

Las situaciones por las cuales se deben proteger los pies, son por ejemplo: operaciones que presenten riesgos por contacto con sustancias químicas, caída de herramientas y golpes contra objetos fijos, así como también objetos puntiagudos o cortantes.

Los zapatos de seguridad proveen protección por medio de:

- Casquillos de acero en la punta.
- Suela resistente a perforaciones.
- Protección del área del metatarso.

- Cubierta protectora externa.

Protección del cuerpo y las manos

Durante emergencias, por ejemplo de derrame de sustancias químicas, una de las preocupaciones principales es la exposición del personal a sustancias peligrosas. La selección correcta del tipo y material del equipo de protección para el cuerpo y las manos, se convierte en una decisión de extrema importancia.

La selección de ropa protectora y guantes adecuados debe ser realizada por personal adiestrado y con experiencia en esta área. Bajo toda circunstancia, la ropa protectora y guantes deben ser seleccionados después de evaluar sus características y los requerimientos de la persona que los va a usar en su lugar de trabajo.

El material del equipo de protección seleccionado debe ser resistente a la permeación, a la degradación y a la penetración.

Protección auditiva

La protección auditiva dependerá de los resultados obtenidos en las mediciones de niveles sonoros en las áreas de mayor ruido, como lo es la planta baja del edificio (Ver Anexo No.9 “Mediciones de nivel sonoro”).

Se recomienda la utilización de protectores auditivos u orejeras a los profesores, trabajadores, ayudantes del laboratorio y alumnos, durante las prácticas en las cuales se utilicen equipos como la Máquina Universal, Cortadora de rocas, Calentador Capping y Generador Hidromecánico, entre los más importantes.

6.2.5.6 Programa de inspección y mantenimiento de equipos (contra incendio, de emergencias, de laboratorios y áreas técnicas)

a) Objetivo

Establecer un procedimiento para realizar la inspección y mantenimiento de los equipos contra incendio, de emergencias, de laboratorios y áreas técnicas, con la finalidad de comprobar su buen funcionamiento, ubicación adecuada, etc.

b) Alcance

Este programa se aplica a todos los equipos contra incendio, de emergencias, de laboratorios y áreas técnicas, del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

Esta inspección la realizará una empresa calificada o personas debidamente certificadas.

c) Desarrollo

El Comité de Seguridad del edificio será la entidad encargada de realizar un cronograma de inspección de los equipos de seguridad, el cual incluya fechas tentativas, responsables y actividades a realizarse. El cronograma comprenderá lo siguiente:

- Inspección y mantenimiento de equipos, especialmente los que se encuentran en la planta baja, en los laboratorios y áreas técnicas del edificio.
- Inspección y mantenimiento de los equipos contra incendio y de emergencias.

El registro que se utilizará para la inspección de los equipos se presenta en el Anexo No.21 "Registros".

El manejo de los registros lo realizará la secretaria del Decanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

La periodicidad con la que se realizará la inspección dependerá de cada equipo, así:

- Equipos de áreas técnicas y laboratorios, de acuerdo al fabricante y cuando necesiten reparación por desperfecto.
- Extintores, con frecuencia mensual.
- Lámparas de emergencia, con frecuencia mensual.
- Detectores de humo, con frecuencia mensual.
- Cisterna y bomba, con frecuencia anual.
- Red de alarmas, con frecuencia semestral.

Adicionalmente, de ser necesaria cualquier inspección fuera del tiempo normal de inspección, se la realizará y se tomarán las correcciones debidas, con la finalidad de mantener en buen funcionamiento y en condiciones adecuadas todos los equipos.

6.2.5.7 Programa para el manejo de residuos sólidos y líquidos

a) Objetivo

Establecer un procedimiento para el manejo de residuos sólidos y líquidos generados en las distintas actividades efectuadas en el edificio, para mantener un ambiente laboral libre de contaminación.

b) Alcance

Este programa aplica a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

c) Desarrollo

Residuos sólidos

El conserje de cada planta del edificio deberá encargarse de la limpieza y disposición adecuada de los residuos. Sin embargo, todo el personal (profesores, técnicos, autoridades y alumnos) deberá colaborar y apoyar en el manejo de residuos.

La frecuencia del desalojo de desechos sólidos del edificio deberá realizarse como mínimo una vez al día, en especial cuando se trata de desechos orgánicos, para evitar malos olores.

Se recomienda la realización de una campaña de separación de residuos de acuerdo a su naturaleza, como: plástico, papel y cartón, metales, vidrio, orgánicos y peligrosos. La disposición final de estos se la realizará por medio de gestores artesanales y calificados respectivamente.

En los laboratorios de la planta baja del edificio es importante mencionar que se generan desechos como: hormigón, madera, pedazos de rocas, entre otros, los cuales deberán gestionarse con empresas calificadas para disponer adecuadamente estos tipos de residuo.

En el Laboratorio de Ingeniería Ambiental ubicado en el mezzanine, se deberá considerar la necesidad de disponer de empresas calificadas para la eliminación de los frascos o recipientes de desechos sólidos contaminados, y no desecharlos con la basura común.

Además, la rotulación de los recipientes para cada tipo de desecho se deberá realizar de acuerdo a la normativa existente en el país, considerando el Libro VI, Anexo 6 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

El responsable de la evacuación de residuos deberá realizarla con el equipo de protección personal adecuado (guantes y mascarilla).

No se debe olvidar la capacitación y las charlas sobre temas de reciclaje de desechos, a las personas que desarrollan sus actividades en el edificio, para reforzar las acciones de manejo adecuado de desechos.

Residuos líquidos

Las descargas del edificio se dirigen al alcantarillado general de la ciudad. Sin embargo, existen descargas de sustancias químicas en pequeños volúmenes, generadas en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental, que deben ser recogidas y almacenadas en recipientes adecuados para finalmente ser entregadas a gestores o empresas debidamente calificadas para su disposición.

No se deberá desechar sustancias líquidas peligrosas por el desagüe del lavabo normal, sin antes consultar su Hoja de Seguridad. Los profesores y ayudantes encargados de los laboratorios serán los responsables de coordinar la disposición final de este tipo de desechos.

6.2.5.8 Programa de Capacitación

a) Objetivo

Establecer un programa de capacitación para el personal en general del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN y para aquel que se encuentre integrando las brigadas para emergencias, con la finalidad de adiestrar a todas las personas que laboran en el edificio en temas de seguridad y brindar una atención oportuna a cualquier eventualidad.

b) Alcance

Este programa aplica a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

c) Desarrollo

Es necesario programar una capacitación dirigida a las personas que laboran en el edificio, donde se traten temas como: manejo de extintores, prevención y control de incendios, primeros auxilios, evacuación, etc. Además, los mismos tópicos se deben programar para ser dictados en cursos anuales, especialmente para las brigadas de emergencia y dirigentes de grupos institucionales.

El Subdecano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental será la persona encargada de realizar un cronograma de capacitaciones, el cual debe incluir fechas tentativas, responsables y temáticas a tratar.

Toda capacitación y charla se deberá registrar de acuerdo al formato presentado en el Anexo No.21 "Formularios", denominado *Registro de reuniones y capacitaciones*.

Se preparará un cronograma anual general, que comprenderá las actividades siguientes:

- Cursos periódicos de formación:
 - Conocimiento del Manual del Sistema de Seguridad Industrial para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.
 - Plan de Emergencia del edificio.
 - Manejo de extintores.
 - Prevención y control de incendios.
 - Primeros auxilios.
 - Evacuación.

- Mapas de riesgos, evacuación y señalización en el edificio.
 - Utilización de EPP.
 - Manejo de situaciones de emergencia.
 - Manejo de sustancias químicas en laboratorios.
 - Uso correcto del EPP.
 - Normas de Orden y Limpieza.
- Adiestramiento del personal:
- Sistemas de alarma.
 - Simulacros de emergencia.
 - Evacuación.

Para el caso específico de los jefes de brigadas y miembros de estas, conformadas para dirigir y combatir emergencias, se presenta a continuación los principales temas de capacitación a tener en cuenta.

Equipo de alarma y evacuación (E.A.E.) y Jefe de alarma y evacuación

La capacitación consistirá en:

- Conocimiento a detalle del Plan de Emergencia.
- Manejo de situaciones de emergencia.
- Conocimiento de los tipos de alarmas usados en el Plan de Emergencia.
- Conocimiento de las vías de evacuación. Durante la evacuación se comprobará que estas se encuentren despejadas.
- Conducción de los ocupantes hacia las vías de evacuación y salidas de emergencia, para luego proceder a dirigitas hacia la zona de seguridad.
- Controlar el proceso de evacuación e impedir aglomeraciones.
- Cómo difundir tranquilidad y serenidad a las personas mientras se realiza la evacuación.

Equipos de primeros auxilios (E.P.A.) y Jefe de primeros auxilios

La capacitación para este equipo consistirá en:

- Como atender y controlar lesiones leves y, en general, cómo prestar los primeros auxilios durante la emergencia.
- Criterio para priorizar la atención a las personas lesionadas.

Equipo de Primera Intervención (E.P.I.), Equipo de Segunda Intervención (E.S.I.) y Jefe de Intervención

La capacitación consistirá en lo siguiente:

- Conocimiento a detalle del Plan de Emergencia.
- Conocimiento de normas de prevención de incendios, como combatirlo.
- Uso de extintores portátiles. Conocimiento de agentes extintores, tipos de fuegos y equipos de combate.
- Cómo apoyar al Equipo de Segunda Intervención, según el requerimiento.
- Cómo actuar en pareja y en equipo.

El Jefe de Emergencia será capacitado en conjunto con todas las brigadas y jefes de equipos o brigadas de emergencia.

El formato para el registro de las capacitaciones se presenta en la Anexo No.21 "Formularios".

6.2.5.9 Programa de Orden y Limpieza

a) Objetivo

Establecer un programa de orden y limpieza para el personal del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN, con la finalidad de que se realice un

trabajo más organizado que eleve la productividad, así como también, el ahorro de tiempo y de esfuerzos.

b) Alcance

Este programa aplica a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

c) Desarrollo

El responsable de la inspección de orden y limpieza del edificio será una persona nombrada por el Comité de Seguridad del edificio.

El presente programa proporciona herramientas que promueven la generación de conductas que garanticen lugares de trabajo en condiciones de orden y limpieza buenas, reflejadas en el bienestar del personal, en el cuidado de las instalaciones, la estética del lugar y la calidad de los servicios que se ofrecen en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

Se considerará como base de implementación de este programa, las medidas mencionadas en la metodología de orden y limpieza del Capítulo 3, a través del Plan Maestro de Orden y Limpieza. El formulario para la inspección de orden y limpieza se expone en el Anexo No.21 "Formularios".

A continuación se mencionan algunos puntos a considerar, de interés para el mantenimiento de orden y limpieza:

Usuarios

- Mantener principios de disciplina y cuidado en los lugares de trabajo, y motivar a los demás para mejorar el nivel de orden y limpieza.
- Mediante la participación de todos en el edificio, se logra más espíritu de equipo y cooperación.

- Aplicar la metodología de las “5 s”, mencionada en el Capítulo 2.
- No comer en las horas de clases ni en lugares como aulas.
- Los profesores deberán preocuparse por dejar la pizarra limpia después de cada clase.
- Mantener las aulas, oficinas, biblioteca y lugares de uso múltiple del edificio, limpios.
- Colocar la basura en su lugar.

Máquinas, equipos y herramientas

- Cumplir con las inspecciones y mantenimientos recomendados por el fabricante del equipo o máquina.
- No comer durante las prácticas de laboratorio o cuando se manejan equipos y maquinaria.
- Mantener libre de objetos las áreas y vías cercanas al equipo o maquinaria.

6.2.5.10 Programa de Emergencias

En el Capítulo 2, numeral 2.6.1 del presente trabajo, se encuentra a mayor detalle la explicación del Plan de Emergencia para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. Su desarrollo se encuentra el numeral 6.1 del presente capítulo. Un resumen del Plan de Emergencia se expone a continuación.

a) Objetivo

Establecer un programa de emergencias para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN, con la finalidad de conocer cómo se debería actuar para enfrentar una emergencia y salvaguardar la vida de las personas y conservar los bienes del edificio.

b) Alcance

Este programa aplica a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

c) Desarrollo

Centro de Operaciones de Emergencia

Los centros de control u operación de emergencias del edificio se encontrarán en las secretarías del Decanato y de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, siendo dirigidos por el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

Se establecen dos centros de operaciones, para que, en el caso de presente una emergencia, el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental active las alarmas desde la Secretaría del Decanato, y en el caso de no encontrarse en el edificio, dichas alarmas se activarán desde la Secretaría de la Facultad.

Tipos de alarma

A continuación se presentan brevemente las redes de alarmas propuestas:

Red de alarmas tipo 1

- Alarma de emergencia (sonido continuo durante 5 segundos con un nivel de intensidad sonora entre 75 y 80 decibeles).

La alarma puede ser activada por cualquier persona que se encuentre el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental para dar aviso general de la emergencia a todo el edificio, de acuerdo a los protocolos de actuación mencionados en el presente Plan de Emergencia. Además, se comunicará a la secretaría del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso).

- Alarma de terminación de la emergencia (sonido intermitente durante 5 segundos con un nivel de intensidad sonora entre 75 y 80 decibeles).

La alarma se accionará únicamente desde las secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso) para hacer conocer la terminación de la emergencia a los usuarios del edificio, de acuerdo a los protocolos de actuación presentados en el presente Plan de Emergencia. El J.E. será el encargado de comunicar la terminación de la emergencia.

Red de alarmas tipo 2

- Alarma de evacuación (sonido continuo durante tiempo indefinido con un nivel de intensidad sonora entre 85 y 88 decibeles).

Esta red de alarmas se instalará en todos los pisos del edificio, la cual se activará únicamente desde las secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (segundo piso), por orden del J.E., para la evacuación de todas las plantas del edificio, de acuerdo a los protocolos de actuación presentados en el presente Plan de Emergencia.

Esquema operacional de actuación

En la Figura 6.3 “Esquema operacional de actuación en función de la gravedad de emergencia” se presenta el procedimiento general de actuación en caso de emergencias.

En el numeral 6.2.4.1.6 “Mecanismo de información” se presentan los protocolos de actuación a seguir en caso de emergencias, los cuales se vinculan directamente con el esquema expuesto en la Figura 6.3

Hojas informativas de los equipos o brigadas y jefes de brigadas de emergencia

Las hojas informativas del Programa de Emergencia se encontrarán ubicadas en las carteleras de cada planta del edificio, y contendrán la información expuesta en las Tablas 6.16 a la 6.19, así como la información mencionada en los párrafos siguientes.

Jefe de Emergencia (J.E.)

El Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental actuará como J.E. y será quien dé la orden de activar las alarmas de acuerdo a la situación, desde el centro de control.

En el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se ha recomendado la implementación de dos centros de control, que serán las oficinas de la Secretaría del Decanato y la Secretaría General de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

Jefe de alarma y evacuación (J.A.E.)

El Técnico 1 de la Unidad de Vinculación con el Medio Externo que labora en el segundo piso del edificio, será el J.A.E. del Equipo o brigada de alarma y evacuación.

Jefe de primeros auxilios (J.P.A.)

El Administrativo 1 (Asistente del Departamento de Física) del primer piso del edificio, será designado como J.P.A. en el Plan de Emergencia, dirigiendo al Equipo o brigada de Primeros Auxilios.

Jefe de Intervención (J.I.)

Como J.I. se ha nominado al Profesor de la materia de Seguridad Industrial de la carrera de Ingeniería Ambiental, quien deberá cumplir con las actividades dispuestas en el Capítulo 2, numeral 2.6.1.2., y dirigirá al E.P.I y E.S.I.

Coordinación interinstitucional

La información en caso de emergencia dentro del aspecto de coordinación institucional se expone en la Tabla 6.20.

La coordinación con cada una de las instituciones mencionadas en la Tabla 6.20, la realizará el J.E. a través de la secretaria del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. El Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental deberá previamente enviar un oficio al Cuerpo de Bomberos de la ciudad sobre el Plan de Emergencia en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional, para su conocimiento y aprobación.

En el momento que el Cuerpo de Bomberos ingrese a la universidad se les facilitará el acceso hacia el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental con el apoyo de los E.P.I. y E.S.I. El J.I. cederá su puesto al jefe de combate de incendio del Cuerpo de Bomberos. Una vez que conozcan del tipo de emergencia, combatirán el incendio utilizando los equipos contra incendio. A la finalización de sus actividades se reunirán con el Comité de Seguridad del edificio para evaluar la situación.

La Policía Nacional al llegar a la universidad será dirigida por los guardias de seguridad de la EPN hacia el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental. En su intervención, especialmente para emergencias como robos, conmoción social y amenazas de atentado (bomba), será acompañada por el personal de seguridad de la EPN. El personal de la policía deberá prohibir el ingreso al edificio, mientras se realizan actividades de investigación hasta que lo crean conveniente; además, es importante que custodien tanto los alrededores del edificio como los principales

ingresos a la universidad. A la finalización de sus actividades se reunirán con el Comité de Seguridad del edificio para evaluar la situación.

En caso de necesitar el apoyo de ambulancias y paramédicos de hospitales, el J.P.A. solicitará al E.P.A. dirigirlos hacia la zona de la emergencia y luego hacia la salida de la universidad para el traslado. Los reportes del estado de pacientes deberán ser solicitados por la secretaria del Decanato de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental a los hospitales o centros de salud, con la finalidad de comunicar a los familiares de estas personas.

Los procedimientos de coordinación con cada una de estas instituciones se mencionan en los protocolos de actuación y en la Figura 6.3 del Documento 3 del Plan de Emergencia, del presente capítulo.

Detección de la emergencia

La detección de emergencias en el edificio es generalmente humana. Sin embargo, la detección de incendios también puede ser automática, a través de la implementación de detectores de humo. A continuación se presentan las formas de detección de emergencias.

Terremoto, temblores fuertes

Por medio de la detección humana se podrá conocer la emergencia de terremoto o temblores fuertes; sin embargo, es importante anotar que a través de los medios de comunicación y el Instituto Geofísico que se encuentra en el sexto piso del edificio, se podrá conocer del avance del terremoto/temblor fuerte.

El J.E. será quien anuncie la alarma de emergencia (tipo 1) y la alarma de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Incendio

Por medio de la detección humana se podrá conocer la emergencia de incendio. Cuando una persona visualice fuego o humo en el edificio deberá inmediatamente oprimir el pulsador de emergencia más cercano (Ver Anexo No.19 “Mapas”). Además, los detectores de humo podrán alertar de la existencia de incendio.

El J.E. será quien anuncie la alarma de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Rayos, tormentas eléctricas

Con la información previa difundida por la Dirección de Aviación Civil (DAC) o del INAMHI, se podrá conocer de la presencia de rayos o tormentas eléctricas.

El J.E. será quien anuncie la alarma de emergencia (tipo 1) y la alarma de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Amenazas de atentado (bomba)

La detección de amenazas de atentado será humana. La persona que presencie una acción rara o una llamada de amenaza deberá inmediatamente oprimir el pulsador de emergencia más cercano (Ver Anexo No.19 “Mapas”) y comunicar a los guardias de seguridad del edificio, a las secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental o al Jefe de Emergencia.

El J.E. será quien anuncie la alarma de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Erupción volcánica y/o caída de ceniza

Una erupción volcánica puede ser comunicada por medios como; la televisión, internet, radio, teléfono o prensa.

El J.E. será quien anuncie la alarma de emergencia (tipo 1), de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Conmoción social

La conmoción social puede iniciarse por manifestaciones pacíficas o inesperadas en o cerca a la Escuela Politécnica Nacional, en la ciudad de Quito, así como, por noticias divulgadas sin una verdadera base de confiabilidad, lo cual puede originar que las personas se descontrolen.

Una vez identificada la existencia de la conmoción, el J.E. deberá asegurarse del origen de esta para dar las órdenes de alerta o alarma de evacuación.

El J.E. será quien anuncie la alarma de emergencia (tipo 1), de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Robo

Toda persona que haya sido víctima de un robo o haya presenciado uno, deberá inmediatamente oprimir el pulsador de emergencia más cercano (Ver Anexo No.19 "Mapas") y comunicar a los guardias del edificio, a las Secretarías del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental o al Jefe de Emergencia.

Los contactos de las personas encargados de manejar situaciones de emergencia se colocarán en las carteleras de cada planta del edificio.

El J.E. será quien anuncie la alarma de terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Incidente o accidente

Quien sufra un incidente/accidente o presencie uno deberá inmediatamente oprimir el pulsador de emergencia más cercano (Ver Anexo No.19 “Mapas”) y comunicarlo al J.E. o a la secretaria del Decanato o de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, para que la brigada de primeros auxilios actúe, y en caso de ser un asunto grave se solicitará ayuda a la Unidad de Bienestar Social de la EPN.

El J.E. será quien anuncie la alarma de evacuación (tipo 2) o la terminación de la emergencia (tipo 1), siguiendo los pasos especificados en los protocolos de operación del numeral 6.1.3.2.1.

Los resultados de las metodologías utilizadas en el presente estudio, señalan las principales actividades de riesgo y áreas de riesgo que existen en el edificio (Ver anexos No.12, No.13, No.14, No.15 y No.16 y Capítulo 5 numeral 5.1).

Toda la información adicional requerida para el Programa de Emergencia, podrá obtenerse del numeral 6.1 del presente capítulo.

Procedimientos de evacuación

A continuación se presentan los procedimientos de evacuación en función de las emergencias identificadas.

Riesgo de terremoto o temblores fuertes

- Detección de peligro

A la detección del movimiento producido por un terremoto o temblor fuerte se procederá con el protocolo del Documento 3.

- Alarma

Las redes de alarma tipo 1 o tipo 2 serán activadas por el J.E. de acuerdo a las acciones especificadas en el Documento 3 del presente capítulo.

- Preparación para la salida

Una vez escuchada la alarma de evacuación (alarma tipo 2), el Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, tomando en cuenta como prioridad a las personas embarazadas, ancianas y discapacitados, conduciéndolos desde los pisos más altos, al lugar de seguridad (cancha de fútbol de la EPN).

Riesgo de incendio

- Detección de peligro

Se considerará el protocolo del Documento 3.

- Alarma

En el Documento 3 del presente capítulo se exponen las dos redes de alarmas a activarse en caso de incendio.

- Preparación para la salida

Después de escuchar la alarma de evacuación (alarma tipo 2), el Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, tomando como prioridad la evacuación de personas embarazadas, ancianas o discapacitadas. El E.A.E. conducirá a todos los ocupantes desde los pisos más altos hasta la zona de seguridad (cancha de fútbol de la EPN).

Riesgo de rayos, tormentas eléctricas

- Detección de peligro

Se considerará el protocolo del Documento 3.

- Alarma
Las acciones a seguir para la activación de las redes de alarma para este tipo de emergencia se mencionan en el Documento 3, del presente capítulo.
- Preparación para la salida
Finalizado el riesgo de caída de rayos o tormenta eléctrica, si es necesario evacuar al personal y usuarios del edificio por el peligro de más eventos, el J.E. dará la orden al E.A.E. para evacuar a las personas desde los pisos más altos hasta la planta baja y luego a la zona de seguridad (cancha de fútbol de la EPN), y activará la alarma de evacuación (alarma tipo 2). El Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, tomando en cuenta la evacuación primero de las personas embarazadas, ancianas o discapacitadas.

Riesgo de amenazas de atentado (bomba)

- Detección de peligro
Se considerará el protocolo del Documento 3.
- Alarma
Las redes de alarma a activarse en caso de amenazas de atentado (bomba) se presentan en el Documento 3, del presente capítulo.
- Preparación para la salida
Luego de escuchar la alarma de evacuación (alarma tipo 2), el Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, tomando como prioridad la evacuación de las personas embarazadas, ancianas o discapacitadas. Se deberá evacuar primero a las personas del área o planta donde se ha detectado el riesgo de amenaza de atentado, y luego a los demás ocupantes, hacia la zona de seguridad (cancha de fútbol de la EPN).

Riesgo de erupción y/o caída de ceniza

- Detección de peligro
Se considerará el protocolo del Documento 3.
- Alarma
Las alarmas serán activadas por el Jefe de Emergencia en caso de ser necesario, de acuerdo al Documento 3 del presente capítulo.
- Preparación para la salida
Finalizado el riesgo de caída de ceniza y si es necesario evacuar al personal y usuarios del edificio por el peligro de más eventos, el J.E. activará la alarma de evacuación (alarma tipo 2) y dará la orden al E.A.E de proceder a la evacuación. Este equipo o brigada conducirá a las personas desde los pisos más altos hasta la planta baja y a la zona de seguridad (cancha de fútbol de la EPN). El Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, tomando en cuenta evacuar primero a las personas embarazadas, ancianas o discapacitadas.

Riesgo de conmoción social

- Detección de peligro
Se considerará el protocolo del Documento 3.
- Alarma
La alarma la activará el Jefe de Emergencia, de acuerdo a las acciones expuestas en el Documento 3 del presente capítulo.
- Preparación para la salida
Una vez escuchada la alarma tipo 2, el Equipo de Alarma y Evacuación procederá a ayudar a los ocupantes del edificio, conduciéndolos desde los pisos más altos hasta la planta baja por las vías de evacuación. El E.A.E. tomará en cuenta la evacuación primero de las personas embarazadas, ancianas o discapacitadas.

Programación de simulacros⁵

Objetivo

Establecer acciones a seguir durante las emergencias que pueden ocurrir en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, como a su vez preparar a todo el personal, alumnos, jefes y brigadas de emergencia, para una actuación oportuna.

Alcance

Este programa se aplicará a todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental de la EPN.

Responsable del programa

El responsable del programa es el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

Tiempo de realización

Deberán llevarse a cabo al menos una vez al año, con la coordinación y apoyo de la Jefatura Zonal del Cuerpo de Bomberos y de la Unidad de Bienestar Social de la EPN.

Etapas de un Simulacro

Planeación

La planeación de los ejercicios de evacuación requieren del total conocimiento de: las características físicas del edificio (número de niveles, uso, tipo y materiales, equipos y mobiliario, tipo de accesos, etc.), la zona donde se ubica (calles y avenidas que lo circundan), los espacios abiertos en el entorno (jardines y

estacionamientos), los edificios vecinos (empresas, laboratorios, etc.), así como de la actividad que se realizan en los edificios, los riesgos que el edificio puede tener por razones de ubicación geográfica. Esta etapa incluye:

- Metas.
- Participantes.
- Escenarios.
- Formatos de observación y evaluación.
- Recursos.

Metas

Para cumplir con los alcances previstos en la realización de un simulacro se consideran los siguientes puntos:

- **Usos del edificio:** actividades que se realizan en la edificación.
- **Tipo de simulacro:** con previo aviso y sin aviso. Para realizar un simulacro con previo aviso se hace una campaña de difusión tanto verbal como escrita. En la escrita se indica cuáles son las acciones que se deben realizar. En el simulacro sin previo aviso se definen las acciones a seguir únicamente entre los jefes y brigadas de emergencia.
- **Planeación del simulacro:** se plantea y estudia el escenario, para lo cual se utilizan los planos del edificio con sus respectivos niveles en donde se indican las rutas de evacuación, salidas de emergencia, zonas de riesgo.
- **Distribución de los brigadistas:** los brigadistas se ubican en los puntos acordados durante el simulacro, ayudándose con los planos del edificio.

Participantes

Se incluye al personal que labora en el edificio, jefes de brigadas y los brigadistas. Se definen las funciones, recursos y responsabilidades de cada miembro de los Equipos o brigadas. Además del personal de la institución, es necesaria la

participación durante el simulacro, de un observador certificado externo, el cual evaluará la realización del evento.

Escenarios

Los escenarios deben presentar diferentes grados de dificultad, para valorar la capacidad de respuesta ante diversas situaciones. Para el diseño de los escenarios, se hacen recorridos de reconocimiento por las áreas de operación del simulacro. Para ello se consultan los planos, con el fin de señalar las vías de evacuación, salidas de emergencia, la ubicación de las zonas con menor posibilidad de rescate, los equipos de emergencia, las zonas de riesgo, entre otros.

Recomendaciones especiales para dar realismo al simulacro:

- Sonidos especiales.
- Suspensión de energía eléctrica.
- Uso de pañuelos mojados.
- Fuego real en una zona segura o fuera del edificio.
- Traslado en ambulancia.
- Simulación de heridos.
- Fingimiento de pánico o desmayos.
- Apoyo a personas discapacitadas.

Formatos de observación y evaluación

Una vez finalizado el simulacro, deben reunirse los integrantes de las brigadas con el propósito de evaluar la realización del mismo y consolidar tanto los aciertos, como corregir fallas, apoyándose en los resultados entregados por los evaluadores del ejercicio.

Los evaluadores del ejercicio serán representantes del Cuerpo de Bomberos o personas de otra institución, que conozcan sobre el Plan de Emergencia y sobre temas de seguridad.

Otros aspectos importantes dentro de esta etapa son: la elaboración de un informe de evaluación del simulacro por escrito y con las sugerencias de acuerdo al ejercicio del simulacro, con el fin de identificar debilidades en el simulacro y modificar el Plan de Emergencia en función a las conclusiones de los jefes y equipos de emergencia, así como también de las instituciones internas y externas.

El formato del Registro de Evaluación del simulacro a ser utilizado después de cada práctica, se presenta en la Tabla 6.23.

Los formatos serán revisados durante la reunión de evaluación del simulacro.

Recursos necesarios

Se deben coordinar las tareas asignadas a los brigadistas (medios humanos) y los medios técnicos existentes en el edificio. Es de suma importancia proveer que se cuenten con los medios humanos, técnicos y económicos necesarios, para enfrentar una emergencia real.

Preparación

En la organización del propio simulacro es necesario que los brigadistas conozcan a la perfección las instalaciones y equipamiento con que cuenta el edificio, así como sus funciones y responsabilidades, las instrucciones y las acciones a seguir en la toma de decisiones y en la conducción de personas hacia la zona de seguridad. En esta segunda etapa se consideran de relevancia los siguientes aspectos:

- Elaboración del escenario.
- Reunión de los jefes y equipos de emergencia.
- Difusión.

Elaboración del escenario

Se debe indicar las funciones de cada integrante de las brigadas. Es necesario que cada brigada conozca los procedimientos que tiene que ejecutar, los equipos de emergencia con los que se cuenta, los sitios de reunión (zona de seguridad), las conductas que deberán adoptar y los apoyos externos con los que se puede contar, como Bomberos, Cruz Roja, Policía Nacional, etc., ya que podría ser necesaria su intervención.

Previo a la realización del simulacro, todos los participantes deberán ser informados sobre las conductas a seguir, tales como: esperar las órdenes del Jefe de Emergencia y Jefe de Intervención, ubicación de los equipos de extinción de incendios, vías de evacuación, etc. Las personas que no sigan las instrucciones de los brigadistas ponen en riesgo su vida y la de los demás; por lo tanto, deberán responsabilizarse por sí mismos, permaneciendo o abandonando el edificio, ya que al no colaborar durante una evacuación en el momento oportuno, las consecuencias pueden ser fatales, en una situación real.

Reunión de los jefes y equipos de emergencia

Durante la reunión de coordinación de los jefes y brigadistas, se deberán describir y comentar las diferentes actividades que les corresponde realizar a cada uno, aclarando dudas y reforzando la descripción de los pasos a realizar durante el simulacro. Además, de ser necesario se designará a otras personas para que participen en actividades como en la logística del simulacro, como secretarías del Decanato y de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Subdecano de Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental y responsables de áreas técnicas o departamentos que funcionan en el edificio.

Difusión

Dependiendo del tipo de simulacro a realizar y de acuerdo con su programación (con o sin previo aviso), debe informarse sobre su realización a la población

aledaña al edificio, que pudiera sorprenderse o afectar la realización del simulacro. Esto se hace con la finalidad de obtener mayor cooperación y apoyo, así como también de disminuir los riesgos.

Ejecución

Incluye a todo el personal y estudiantes del edificio, los cuales están informados y sensibilizados para colaborar. Consiste en llevar a la práctica lo siguiente:

- Planeación y acuerdos establecidos por los jefes y equipos de emergencia.
- Verificación del desalojo del edificio.
- Vuelta a la normalidad.

Planeación y acuerdos

La planeación y acuerdos establecidos por los jefes y brigadas de emergencia considerarán lo siguiente:

- Aplicación de lineamientos, procedimientos y normas establecidas.
- Consecución de los objetivos del ejercicio.
- Solución de los problemas imprevistos, derivados de la emergencia simulada.
- Actuación oportuna y eficiente.
- Empleo adecuado de los recursos existentes y medios asignados.
- Aviso a los ocupantes del edificio.
- Selección de un mecanismo de alarmas claramente identificable, para evitar confusión.
- Proporcionar material impreso a los visitantes, para informarlos sobre las acciones a seguir.

Verificación del desalojo del edificio

Cada integrante de las brigadas de emergencia, después de la orden dada por el Jefe de Emergencia, tiene la responsabilidad de que el área bajo su responsabilidad quede totalmente desalojada, corroborando que los equipos, aparatos y maquinaria sean desconectados, y además se cierren las llaves de gas en caso de existir. Los documentos de categoría importante o clasificada, deberán ser sacados o colocados en lugares seguros.

Vuelta a la normalidad

Las brigadas de emergencia se encargarán de efectuar una revisión de las instalaciones del edificio después de acabado el simulacro, con el objeto de brindar mayor seguridad y protección a los evacuados. Luego, informarán de las condiciones en las que se encuentra el edificio al Jefe de Emergencia, quien dará la autorización de regresar a las actividades normales en el edificio en caso de ser lo más conveniente.

6.2.6 RECOMENDACIONES

- Los programas del presente manual podrán ser modificados con tendencia a la mejora continua.
- En función de la necesidad y nuevas actividades que puedan implementarse en el edificio, se generarán nuevos programas.
- El manual podrá ser actualizado en función de la dinámica interna y externa.
- Se realizarán cronogramas con fechas, responsables, costos y temas de interés, para el cumplimiento de los programas.
- Difundir el manual a todos los usuarios del edificio.
- Es importante considerar recomendaciones o sugerencias por parte de los usuarios del edificio.

- La planificación tanto para la difusión como para el mantenimiento del manual, es de vital importancia para que así se pueda lograr la colaboración de todos.
- El Jefe de Emergencia, jefes de brigadas y brigadistas deberán mantener junto a sus lugares de trabajo las bandas y chalecos identificativos según corresponda.
- Coordinar las acciones con todas las instituciones que colaborarán en los programas del manual, a través de oficios y reuniones previas.
- Las personas designadas como responsables de los programas del manual deberán tener al menos un suplente en caso de no encontrarse presentes durante las emergencias que pudieran suscitarse. Los nombres de los suplentes deberán ser dados a conocer al Comité de Seguridad del edificio.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- En general, el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, en lo que respecta a la Seguridad Industrial, se tienen los siguientes incumplimientos considerados de relevancia:
 - No existe un plan de emergencia ni de evacuación del personal en caso de ser necesario, ni tampoco sus procedimientos respectivos.
 - No existe un sistema de señalización técnico del edificio.
 - El edificio no cuenta con los medios necesarios en caso de una evacuación, tales como: escaleras de emergencia, salidas de emergencia, etc.
 - El edificio no cumple con los requerimientos básicos para la prevención de incendios, ni para combate del mismo en caso de presentarse.
 - No existe un sistema de entrenamiento y capacitación de los usuarios del edificio sobre actuaciones en caso de emergencia.

- Dentro del cuarto del generador hidromecánico y de la cortadora de rocas, cuando dichos equipos están encendidos y funcionando, se alcanza un nivel sonoro en dB(A) de 101,4 y 103,6 respectivamente, incumpliendo con los límites permisibles del reglamento del IESS, la ISO R-1996 y UNE 74-022.

Además, en el exterior del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental se alcanza un nivel sonoro de 80,7 dB(A), incumpliendo con los límites permisibles del TULSMA.

- Únicamente el Punto 1: A lado del panel de operación de la máquina universal, cumple con los valores recomendados para el índice NR. (Capítulo 5, numeral 5.1.1.2 y Anexo No. 9 “Mediciones de Nivel Sonoro”).
- En el edificio se presentan varios compartimientos con iluminación deficiente (Capítulo 5, numeral 5.1.1.3, Tabla 5.7) que no cumplen con los límites permisibles (Capítulo 5, numeral 5.1.1.3, Tabla 5.5) establecidos en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (Anexo No.10 “Mediciones de iluminación).
 - En la planta baja, primer y cuarto piso existen determinadas fuentes de radiación, de las cuales, todas cumplen con los límites permisibles establecidos por el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, sin presentar riesgo (Anexo No.11 “Mediciones de dosis de radiación”).
 - De acuerdo a la Matriz general de riesgos del INSHT solo la planta baja del edificio presenta un riesgo intolerable del 4%, y las demás plantas presentan un 0% de riesgo intolerable (Capítulo 5, Tabla 5.10 y Anexo No.12 “Matriz general de riesgos del INSHT – Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”). Los edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental no presentan riesgos intolerables (Capítulo 5, Tabla 5.12 y Anexo No.13 “Matriz general de riesgos del INSHT – Edificios aledaños al edificio de Ingeniería Civil y Ambiental”).
 - De acuerdo a la Metodología Apell, el segundo, tercer y cuarto piso presentan un nivel de riesgo medio; la planta baja, mezzanine y primer piso presentan un nivel de riesgo medio, que tiende a subir de categoría a un nivel de riesgo alto; solamente la terraza presenta un nivel de riesgo alto (Capítulo 5, Tabla 5.21 y Anexo No.15 “Metodología Apell”).
 - De acuerdo al Método de Gretener (Capítulo 5, numeral 5.1.5), el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental presenta un coeficiente de seguridad contra

incendios insuficiente de 0,44 ($\gamma < 1$). Para alcanzar un coeficiente de seguridad contra incendios aceptable de 1,42 ($\gamma > 1$), se propone la implementación de las siguientes medidas:

- Extintores portátiles en función de la carga térmica del edificio y áreas críticas, de acuerdo a la NFPA 10 (Capítulo 5, Tabla 5.25).
- Boca de incendio equipada (BIE) en el exterior del edificio, en el ala este, de acuerdo al Reglamento de Prevención de Incendios CB-DMQ, que contenga: dos mangueras de material resistente de treinta metros de longitud, acoplables a una boquilla o pitón doble de 2½ pulgadas de diámetro interno y de rosca gruesa.
- Cisterna de agua contra incendio con una capacidad mínima de 71,41 m³, para treinta minutos de combate contra incendio, además de una bomba de 20 HP.
- Personal instruido en la extinción contra incendios, Plan de Emergencia y Manual del Sistema de Seguridad Industrial, presentados en el Capítulo 6.
- Transmisión de alarma desde un puesto de control.

Se propone la instalación de 52 detectores de humo distribuidos en todo el edificio, de acuerdo al Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

Además se debe instalar una red de alarmas para emergencia con dos frecuencias (nivel de intensidad sonora comprendida entre 75 y 80 decibeles), y otra red de alarmas para evacuación con una frecuencia (nivel de intensidad sonora comprendida entre 85 y 88 decibeles), con un pulsador de emergencia en cada piso, y dos adicionales en las secretarías del segundo piso.

- Formación de la brigada contra incendios del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental: Equipo de Primera Intervención (E.P.I) y Equipo de Segunda Intervención (E.S.I.).
- Todas las plantas del edificio tienen una calificación de MUY BUENO en la inspección de orden y limpieza (Capítulo 5, numeral 5.1.6 y Anexo No.16). El edificio en general presenta un 93% de cumplimiento.
- Todas las plantas del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, a excepción del mezzanine, cumplen con la normativa de España y Guatemala considerada para capacidad de ocupación (Capítulo 5, Tabla 5.37).
- El tercer piso del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental presenta la máxima ocupación de personas en condiciones normales que corresponde a 224 personas, y en el momento de una evacuación a 240 personas (Capítulo 5, Tabla 5.41).
- De acuerdo a la normativa de Guatemala y España:
 - Todas las plantas cumplen con el ancho mínimo en pasillo, para una evacuación parcial. Sin embargo, no cumplen con el ancho total mínimo de la salida del edificio.
 - Solo la planta baja del edificio cumple con el número mínimo de salidas; las demás plantas no, ya que únicamente cuentan con la salida principal del edificio para evacuar en caso de emergencia, y la normativa recomienda dos salidas por planta.
 - A partir del primer piso hasta el sexto piso y terraza, los pisos no cumplen con el criterio de la normativa en cuanto al número mínimo de escaleras en cada planta, en función de sus ocupantes; es así

que, existe una sola escalera de uso normal y se necesitan dos escaleras para evacuar en caso de emergencia.

- Es oportuno realizar una comparación de los diferentes criterios mencionados en la normativa utilizada en el presente estudio, respecto a los parámetros ambientales y aspectos evaluados. Los criterios de la normativa ecuatoriana especialmente fueron utilizados para evaluar cuantitativamente parámetros/aspectos como: ruido, iluminación, radiación, capacidad de ocupación del edificio (número y ancho mínimo de salidas y escaleras), medidas preventivas contra incendio (extintores y detectores de humo) y señalización; mientras que cualitativamente, parámetros/aspectos como: temperatura y humedad relativa, radiación, medidas preventivas contra incendio (extintores, boca de incendio y cisterna, detectores de humo, sistema de alarmas), señalización, medidas de emergencia (lámparas de emergencia, botiquín de primeros auxilios) y equipo de protección personal.

Entre las normativas internacionales más utilizadas sobresalen las de España, con las cuales se complementaron especialmente criterios cuantitativos de parámetros/aspectos como: temperatura y humedad relativa, ruido, capacidad de ocupación del edificio (capacidad de ocupación de usuarios en función del tipo de actividad, ocupación de personas en el momento de evacuación, ancho mínimo de gradas y salidas en función de la ocupación acumulada), medidas preventivas contra incendio (sistema de alarmas) y medidas de emergencia (lámparas de emergencia). A continuación se presenta un breve resumen al respecto.

TABLA 7.1

COMPARACIÓN DE LA NORMATIVA UTILIZADA EN EL PRESENTE PROYECTO

Parámetro/Aspecto evaluado	Normativas	Rango de cumplimiento/Especificaciones			
Temperatura y humedad relativa	NTP 289. (1991). España	20°C a 24°C /Capítulo 5, Tabla 5.1			
	Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (RSSTMMAT). (1986). Ecuador.	30% y 50% /Capítulo 5, Tabla 5.1			
Ruido	TULSMA. (2010). Ecuador	55 dB(A) (06H00 a 20H00), exterior /Capítulo 5, Tabla 4.1 y Tabla 5.4			
	IESS. (1979). Ecuador.	85 dB(A) (8 horas) 90 dB(A) (4 horas) 97,5 dB(A) (1,5 horas), interior /Capítulo 5, Tabla 4.2 y Tabla 5.4			
	ISO R-1996 y UNE 74-022. (1996). España	60 – 70 NR (Talleres), interior /Capítulo 5, Tabla 4.3 y Tabla 5.4			
Iluminación	RSSTMMAT. (1986). Ecuador.	A: >= 300 lux, B: >= 200 lux, C: >= 20 lux, D: >= 50 lux /Capítulo 5, Tabla 5.5			
Radiación	Reglamento de Seguridad Radiológica del IESS. (1979). Ecuador.	Dosis de exposición promedio permisible de 20 mSv/año. /Capítulo 5, Tabla 5.8			
	RSSTMMAT. (1986). Ecuador.	Se especifican las restricciones y cuidados a considerar en el momento de operar un dosímetro.			
Ocupación de personas	CONRED. Guatemala. (m2/persona)	Plantas	Máx.	Mín.	
		Planta baja	4.5	4.5	
		Mezzanine	9.3	4.5	
		Primer piso	9.3	4.5	
		Segundo piso	9.3	1.85	
		Tercer piso	4.5	1.85	
		Cuarto piso	9.3	1.85	
	Quinto piso	9.3	1.85		
	Sexto piso	9.3	9.3		
	Código Técnico de la Edificación - CTE. (2010). España. (m2/persona)	Plantas	Máx.	Mín.	
		Planta baja	5	5	
		Mezzanine	10	5	
		Primer piso	10	5	
		Segundo piso	10	1.5	
Tercer piso		2	1.5		
Cuarto piso		9.3	1.85		
Quinto piso	9.3	1.85			
Sexto piso	9.3	9.3			

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 7.1

COMPARACIÓN DE LA NORMATIVA UTILIZADA EN EL PRESENTE
PROYECTO

Parámetro/Aspecto evaluado	Normativas	Rango de cumplimiento/Especificaciones																																																
Ocupación de personas	Guía Técnica de Aplicación: Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales. (2007). España	$P=1,10p$, cuando $p < 100$ $P=110+1,05(p-100)$, cuando $100 < p < 200$ $P=215+1,03(p-200)$, cuando $200 < p < 500$																																																
	Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. (2009). Ecuador	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Plantas</th> <th>E</th> <th>P*</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Planta baja</td> <td>51 a 100</td> <td>1,20</td> <td>2,40</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Mezzanine</td> <td>51 a 100</td> <td>1,20</td> <td>2,40</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Primer piso</td> <td>51 a 100</td> <td>1,20</td> <td>2,40</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Segundo piso</td> <td>101 a 200</td> <td>1,50</td> <td>2,40</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Tercer piso</td> <td>201 a 300</td> <td>1,80</td> <td>2,40</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Cuarto piso</td> <td>101 a 200</td> <td>1,50</td> <td>2,40</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Sexto piso</td> <td>51 a 100</td> <td>1,20</td> <td>2,40</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Plantas	E	P*	A	S	N	Planta baja	51 a 100	1,20	2,40	2	2	Mezzanine	51 a 100	1,20	2,40	2	2	Primer piso	51 a 100	1,20	2,40	2	2	Segundo piso	101 a 200	1,50	2,40	2	2	Tercer piso	201 a 300	1,80	2,40	2	2	Cuarto piso	101 a 200	1,50	2,40	2	2	Sexto piso	51 a 100	1,20	2,40	2	2
	Plantas	E	P*	A	S	N																																												
Planta baja	51 a 100	1,20	2,40	2	2																																													
Mezzanine	51 a 100	1,20	2,40	2	2																																													
Primer piso	51 a 100	1,20	2,40	2	2																																													
Segundo piso	101 a 200	1,50	2,40	2	2																																													
Tercer piso	201 a 300	1,80	2,40	2	2																																													
Cuarto piso	101 a 200	1,50	2,40	2	2																																													
Sexto piso	51 a 100	1,20	2,40	2	2																																													
Norma básica de edificación – Condiciones de protección contra incendio en los edificios. (1996). España	$A = P_a/200$																																																	
Medidas Preventivas contra incendio-Extintores	<ul style="list-style-type: none"> NFPA 10. (1998). EEUU. Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. (2009). Ecuador 	Capítulo 5, numeral 5.3.1																																																
Medidas Preventivas contra incendio-Boca de incendio y cisterna	<ul style="list-style-type: none"> NFPA 15. (1982). EEUU Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. (2009). Ecuador RSSTMMAT. (1986). Ecuador. Manual de procedimiento para el cálculo y selección de sistema de bombeo. (2012). Caracas. 	Capítulo 5, numeral 5.3.2																																																

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 7.1

COMPARACIÓN DE LA NORMATIVA UTILIZADA EN EL PRESENTE PROYECTO

Parámetro/Aspecto evaluado	Normativas	Rango de cumplimiento/Especificaciones
Medidas Preventivas contra incendio- Detectores de humo	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. (2009). Ecuador • RSSTMMAT. (1986). Ecuador 	Capítulo 5, numeral 5.3.3
Medidas Preventivas contra incendio-Sistema de alarmas	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. (2009). Ecuador • RSSTMMAT. (1986). Ecuador • Código Técnico de la Edificación de España-CTE. (2010). España 	Capítulo 5, numeral 5.3.4
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. (2009). Ecuador • RSSTMMAT. (1986). Ecuador • NTE INEN 439. (1984). Ecuador • Señalización de vías de evacuación. (1996). Costa Rica 	Capítulo 5, numeral 5.4
Medidas de Emergencia- Lámparas de Emergencia	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. (2009). Ecuador • RSSTMMAT. (1986). Ecuador • LAU 87: Alumbrado de Emergencia. (2012). España 	Capítulo 5, numeral 5.5.1

CONTINÚA...

CONTINUACIÓN

TABLA 7.1

COMPARACIÓN DE LA NORMATIVA UTILIZADA EN EL PRESENTE PROYECTO

Parámetro/Aspecto evaluado	Normativas	Rango de cumplimiento/Especificaciones
Medidas de Emergencia- Botiquín de Primeros Auxilios	<ul style="list-style-type: none"> RSSTMMAT. (1986). Ecuador 	Capítulo 5, numeral 5.5.2
Equipo de Protección Personal (EPP)		Capítulo 5, numeral 5.6

P_a : personas a evacuar en forma acumulada

P: Ocupación en el momento de evacuación (personas)

p: Personas que ocupan el sector de incendio (personas)

E: Número de personas que pueden ocupar dicha planta.

P^* : Ancho mínimo de cada pasillo en función del número de personas que pueden utilizarlo (m).

A: Ancho total mínimo de salidas en edificios (m).

S: Número total mínimo de salidas en edificios.

N: Número total mínimo de escaleras en piso en función del número de personas que puedan ocupar dicha planta.

RSSTMMAT: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

A: aula, centro de cómputo, sala de reuniones, asociación, oficina, secretaría, recepción, copiadora, cafetería

B: laboratorio (Ing. Ambiental, Ing. Civil, Física)

C: pasillo

D: servicio Higiénico, Bodega

FUENTE: Normativa del presente Plan de Titulación, 2012.

ELABORACIÓN: Balladares I., Feijóo S.

- De acuerdo a la Norma Básica de Edificación – Condiciones de protección contra incendio en los edificios, de España, es imposible evacuar a los usuarios del edificio de Ingeniería Civil y Ambiental a partir del tercer piso en forma descendente hasta la planta baja (Capítulo 5, Tabla 5.43).
- Para el cumplimiento de los requerimientos establecidos en el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios, en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo y en la LAU87 Alumbrado de Emergencia (Capítulo 5, numeral 5.4), es necesario implementar:

- Un total de 428 letreros de señalización (36 de advertencia, 71 para obligación, 75 de prohibición, 84 para emergencia, 33 de evacuación y 129 de información). Los letreros de señalización para pulsadores de emergencia deben tener texto obligatoriamente.
 - Ochenta y nueve (89) lámparas de emergencia distribuidas en todo el edificio.
 - Un botiquín de primeros auxilios en la Secretaría de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.
- Para proteger a los empleados de los riesgos laborales inherentes al lugar de trabajo y a la actividad que realizan, es necesaria la utilización del equipo de protección personal específica presentada en la Tabla 5.58 del Capítulo 5.
 - Se necesitan 146 mascarillas antigases y 146 gafas para su distribución a todo el personal fijo que labora en el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, las cuales se utilizarán en caso de presentarse una emergencia que requiera la evacuación del edificio (Capítulo 5, Tabla 5.59). Adicionalmente, los once (11) alumnos que participarán como brigadistas deberán disponer del mismo EPP (mascarillas antigases y gafas) ya mencionado (Capítulo 6, Tabla 6.16 hasta la Tabla 6.18).
 - Actualmente, con las condiciones que presenta el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, es evidente que en caso de una emergencia que implica una evacuación de los usuarios de este, muy probablemente se presentarán pérdidas materiales y hasta humanas, con las consecuencias posteriores que esto implica para la imagen de la Escuela Politécnica Nacional.
 - Tanto el Plan de Emergencias como el Manual del Sistema de Seguridad Industrial para el edificio de Ingeniería Civil y Ambiental diseñados en el

Capítulo 6, deberán ser evaluados y aprobados por las autoridades competentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental y de la Escuela Politécnica Nacional, con la finalidad de establecer los definitivos y proceder a la implantación de los mismos, lo cual constituirá un instrumento útil para la acreditación institucional.

7.2 RECOMENDACIONES

- Dentro del cuarto del generador hidromecánico y de la cortadora de rocas se debe utilizar protección auditiva.
- Para disminuir el ruido en el Laboratorio de Ensayo de Materiales y cumplir con los límites permisibles de nivel sonoro, las prácticas de laboratorio se realizarán con la puerta cerrada del cuarto del generador hidromecánico; además se colocará una puerta en el cuarto de la cortadora de rocas.
- Durante la operación de la máquina universal se recomienda utilizar protección auditiva.
- Reemplazar las lámparas quemadas y mejorar las condiciones de iluminación en el edificio.
- Es necesaria la disposición del contenedor de material radiactivo localizado en el Laboratorio de Física del primer piso, con la entidad nacional pertinente.
- Se debe cumplir con las medidas preventivas y/o correctivas propuestas en la Matriz general de riesgos del INSHT, tanto para el edificio de Ingeniería Civil como para los edificios aledaños, de acuerdo a los niveles de riesgo cuantificados. Implementar inmediatamente las medidas correctivas propuestas o la suspensión de las medidas que generan los riesgos

intolerables y los esfuerzos para reducir los riesgos tolerables (Capítulo 5, numeral 5.1.2, Anexo No. 12 y Anexo No. 13).

- En el desarrollo de la matriz de riesgos de la Metodología Apell se presentan las medidas preventivas y/o correctivas para cada riesgo evaluado, las cuales se deben implementar dando prioridad a los riesgos con mayor valoración (ponderación) (Capítulo 5, numeral 5.1.4 y Anexo No. 15).
- Durante las horas clase se debe prohibir el consumo de alimentos y bebidas. Además al término de cada clase, las pizarras se dejarán limpias.
- Implementar la gestión de residuos peligrosos generados en las diversas actividades realizadas en el edificio, como el aceite lubricante usado y residuos de ensayos del Laboratorio de Ingeniería Ambiental.
- Implementar como mínimo una escalera de emergencia en el ala este del edificio, que vaya desde el sexto piso hasta la planta baja, con acceso a esta desde cada planta. Las salidas desde cada piso del edificio hacia la escalera de emergencia cumplirán con el ancho mínimo de 2,40 metros establecido en el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra incendios.
- En caso de presentarse una emergencia, y más aun cuando requiera de la evacuación del edificio, se debe prestar mayor atención al tercer piso y cuarto piso, debido a su alta ocupación.
- Adaptar el reservorio subterráneo de agua del edificio como reserva de agua en caso de un incendio con una capacidad mínima de 71,41 m³. Para el bombeo de agua contra incendio se instalará una bomba de 20 HP, que funcione con dos redes eléctricas independientes o con un motor eléctrico y un motor de combustión interna.

- Una vez que se implante el Plan de Emergencia y se implemente el Manual del Sistema de Seguridad Industrial en el Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental, propuesto en el presente proyecto, es necesaria la capacitación permanente del personal, de los equipos o brigadas, y la realización de un simulacro de evacuación semestralmente.

Además se realizarán inspecciones permanentes de los equipos y señalización, a través de los formularios presentados en el Anexo No. 21 "Formularios" considerando las respectivas frecuencias.

- Mantener un ambiente térmico adecuado y de confort para los usuarios del edificio considerando los criterios expuestos en el presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA). (1998). NFPA 10: Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios. Estados Unidos.
2. Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA). (1982). NFPA 15: Norma para Sistemas Fijos, Aspersores de Agua para Protección Contra Incendios. Estados Unidos.
3. ASTEX – DICERFA. (2009). Plan Ambiental. Chile.
4. Castro E. (2010). Diseño de un Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional, con base a la norma OHSAS 18001:2007, caso de estudio FMSB S.A. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
5. Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2010). Guía Práctica de Simulacros de Evacuación en Inmuebles. Tercera edición. México.
6. Colegio de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires – Distrito 3 (CAPBAD3). (2012). Capacidad de ocupación de los edificios según su uso.
http://www.capba3.org.ar/data/codigos/codigos/comodoro_riv/seccion3ra/144_146.html.
7. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED). (2012). Sistema de Evacuación Sectorial. www.conred.gob.gt.
8. Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito (CB-DMQ). (2009). Resolución Administrativa No. 036-CG-CBDMQ-2009. “Formato para la elaboración del Plan de Emergencia”. Quito.
9. Demoraes F., Robert D. (2001). Cartografía de Riesgos y Capacidades en el Ecuador. Quito: COOPI, Oxfam International, SIISE.
10. Gretener M. (1998). Evaluación del riesgo de incendio. Método de cálculo. España: Cepreven.
11. Hernandez D. (2012). Evacuación. http://www.izt.uam.mx/proteccion_civil/MANUAL__Evac_Instal.pdf.

12. Instituto Británico de Estandarización (BSI). (2007). OHSAS 18001:2007. Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional - Requisitos. España.
13. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2007). Guía Técnica Colombiana GTC 93 (Primera actualización). Guía para la ejecución de la Revisión Ambiental Inicial (RAI) y del Análisis de Diferencias (GAP ANALYSIS), como parte de la implementación y mejora de un Sistema de Gestión Ambiental. Bogotá.
14. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1984). NTE INEN 439:1984. Colores, Señales y Símbolos de Seguridad. Primera Edición. Quito.
15. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). (1979). Reglamento de Seguridad Radiológica. Ecuador.
16. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2010). Anuario Meteorológico 2007. Ecuador.
17. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (1983). NTP 45: Plan de emergencia contra incendios. España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
18. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (1991). NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo. España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
19. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1994). NTP 361: Planes de emergencia en lugares de pública concurrencia. España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
20. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (1995). Evaluación de Riesgos Laborales. España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
21. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (1998). NTP 503: Confort acústico: el ruido en oficinas. España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
22. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente Y Salud (ISTAS). (2011). Peligros y riesgos laborales. http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=1286&Origen_Menu=cab_sl&vistaprevia=.
23. INTECO S.A. (1996). Señalización de las Vías de Evacuación. Costa Rica.

24. ITESCAM. (2012). El programa de las 5s. <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r62117.PDF>.
25. Jiménez Th. (2010). Evaluación de la Seguridad Contra Incendios del Instituto de Estudios del Petróleo de Petroecuador. Quito: Escuela Politécnica nacional.
26. Mejía R., Fausto S. (2006). Evaluación de riesgos y diseño de un sistema de prevención y control de incendios para las edificaciones críticas de la Escuela Politécnica Nacional. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
27. Ministerio del Ambiente (MAE). (2010). Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Libro VI, Anexo 5 Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. Ecuador.
28. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones – Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica, Centroamérica. (2009). Tormentas Eléctricas. <http://www.imn.ac.cr/educacion/tormentas.html>.
29. Ministerio de Fomento. (2010). Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico SI, Seguridad en caso de incendio. España.
30. Ministerio de Fomento. (1996). Norma Básica de Edificación. Condiciones de protección contra incendios en los edificios. España.
31. Ministerio de Inclusión Social y Económica. (2009). Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios. Ecuador.
32. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2007). Guía Técnica de Aplicación: Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales. España.
33. Ministerio de Trabajo y Empleo. (1998). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Ecuador.
34. Muñoz E. (2011). Gestión de riesgos presentes en el proceso de Revisión Técnica Vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito y determinación de medidas preventivas-correctivas. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
35. Organización Internacional del Trabajo (OIT). (1998). Seguridad en la construcción. Manual para delegados de obra en seguridad e higiene. Montevideo.

36. Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI). (2009). Manual de Seguridad. Bahía Blanca: Universidad Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
37. Ramírez T. (2011). Accidentes e incidentes. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
38. Ramírez T. (2011). Incendios 1. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
39. Ramírez T. (2011). Incendios 2. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
40. Ramírez T. (2011). Instrucciones del dosímetro. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
41. Ramírez T. (2011). Instrucciones del luxómetro. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
42. Ramírez T. (2011). Instrucciones del psicrómetro. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
43. Ramírez T. (2011). Instrucciones del sonómetro. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
44. Ramírez T. (2012). Metodología para la identificación, análisis, evaluación y gestión de riesgos. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
45. Ramírez T. (2011). Orden y Limpieza. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
46. Ramírez T. (2011). Señalización. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
47. Sistemas Hidroneumáticos C.A. (2012). Manual de Procedimiento para el cálculo y selección de sistema de bombeo. Caracas.
48. TECNICSUPPORT. (2012). Resistencia al fuego de muros de hormigón sin revestir. <http://www.tecnicsupport.com/index.php?pagina=http://www.tecnicsupport.com/fonta/reglament/nbecpi96/apendi1.htm>.
49. Universidad Interamericana de Puerto Rico Recinto Metropolitano. (2009). Manual de Seguridad. Puerto Rico.
50. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. (2012). Química del Fuego. <http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/Laura/material/Qu%EDmica%20del%20Fuego.pdf>.
51. Universidad de las Palmas de la Gran canaria. (2012). LAU 87: Alumbrado de Emergencia. http://editorial.cda.ulpgc.es/instalacion/7_OPTATIVAS/LAU/LAU8_TRABAJOS/LAU87.htm.
52. Wikipedia. (2012). Cesio-137. <http://es.wikipedia.org/wiki/Cesio-137>.

53. Wikipedia. (2012). Estroncio. <http://es.wikipedia.org/wiki/Estroncio>.
54. Wikipedia. (2012). Radio (elemento). http://es.wikipedia.org/wiki/Radio_%28elemento%29.
55. Wikipedia. (2012). Uranio. <http://es.wikipedia.org/wiki/Uranio>.