

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38

Protección contra incendios – Recubrimientos intumescente para la protección del acero estructural

Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Este proyecto de norma ha sido preparado por el INN y está basado en la norma UNE 48287:2017 *Pinturas y Barnices – Sistemas de pinturas intumescentes para la protección del acero estructural – Guía para la aplicación* y se encuentra en consulta pública para que las partes interesadas emitan sus observaciones las cuales serán tratadas en un Comité Técnico.

Si bien se ha tomado todo el cuidado razonable en la preparación y revisión de los documentos normativos producto de la presente comercialización, INN no garantiza que el contenido del documento es actualizado o exacto o que el documento será adecuado para los fines esperados por el Cliente.

En la medida permitida por la legislación aplicable, el INN no es responsable de ningún daño directo, indirecto, punitivo, incidental, especial, consecuencial o cualquier daño que surja o esté conectado con el uso o el uso indebido de este documento.

39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92

Protección contra incendios – Recubrimientos intumescente para la protección del acero estructural

Introducción

Esta norma tiene como propósito establecer las definiciones, los criterios y los requisitos fundamentales para la especificación, aplicación e inspección de recubrimientos intumescentes en materia de protección contra incendios de estructuras de acero.

Esta norma surge en un contexto en que el desarrollo local y global de recubrimientos intumescentes ha crecido de manera importante en los últimos años, existiendo a la fecha alternativas de protección de diversa naturaleza, como por ejemplo intumescentes mono-componentes base agua o solvente, y bi-componentes como epóxicos o híbridos.

Algunos de los fundamentos sobre los cuales se basa esta norma son:

- Que todos los productos intumescentes han demostrado mediante ensayo su capacidad de protección en caso de incendio, cumpliendo con los requisitos de NCh935/1.
- Que en el país existe la tecnología y capacidad para realizar ensayos de resistencia al fuego, ya sea a escala real o a pequeña escala.
- Que los profesionales responsables generan la especificación técnica del proyecto, documento en el cual se detalla y demuestra el cumplimiento de las exigencias de protección.
- Que toda aplicación de recubrimiento intumescente necesariamente se debe inspeccionar por un organismo de tercera parte, que acredite que lo efectivamente instalado cumple con la especificación técnica y que los productos no han estado sujetos a manipulación o adulteración por terceros.
- Que la durabilidad del esquema de protección se debe respaldar por el fabricante, idealmente acogándose a algún estándar ya sea nacional o extranjero. Los datos de durabilidad normalmente se entregan a modo referencial y no suelen constituir una obligación de garantía por parte del fabricante o aplicador, en vista de la multiplicidad de variables no controladas que puede afectar el desempeño esperado.

Por último, se entregan recomendaciones para orientar el proceso hacia las mejores prácticas de uso de los recubrimientos intumescentes según los estándares extranjeros vigentes a la fecha de confección de este documento.

93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	Protección contra incendios – Recubrimientos intumescente para la protección del acero estructural
100	
101	
102	
103	
104	
105	
106	
107	1 Alcance y campo de aplicación
108	
109	1.1 Esta norma establece los criterios para la selección, aplicación, control e inspección de recubrimientos
110	intumescentes en proyectos u obras nuevas o de restauración, previo a la recepción por parte de la Autoridad
111	Competente.
112	
113	1.2 Esta norma es aplicable sólo para recubrimientos intumescentes diseñados y ensayados para la protección
114	del acero estructural, y que han demostrado cumplir con los requisitos de NCh935/1, independiente del origen
115	de su fabricación (nacional o extranjera).
116	
117	1.3 Es norma no cubre los criterios y requisitos asociados a la inspección y/o mantenimiento del recubrimiento
118	intumescente posterior a su recepción conforme por parte de la Autoridad Competente.
119	
120	1.4 Esta norma no es aplicable para otros sustratos como hormigón, madera u otro material.
121	
122	
123	2 Referencias normativas
124	
125	Los documentos siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias con fecha,
126	sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento
127	referenciado (incluyendo cualquier enmienda).
128	
129	NCh935/1, <i>Prevención de incendio en edificios – Ensayo de resistencia al fuego – Parte 1: Elementos de</i>
130	<i>construcción en general.</i>
131	
132	NCh3040, <i>Prevención de incendio en edificios – Pinturas intumescentes aplicadas en elementos estructurales</i>
133	<i>de acero – Inspección.</i>
134	
135	ASTM D3359-02, <i>Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test.</i>
136	
137	ISO 8501-1:2007, <i>Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual</i>
138	<i>assessment of surface cleanliness — Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates</i>
139	<i>and of steel substrates after overall removal of previous coatings.</i>
140	
141	SSPC – SP10, <i>Near White Blast Cleaning.</i>
142	
143	
144	
145	
146	

147 3 Términos y definiciones

148

149 Para los propósitos de esta norma, se aplican los términos y definiciones siguientes:

150

151 3.1

152 aplicador

153 contratista

154 la empresa responsable de la aplicación del recubrimiento intumescente o del esquema de protección

155

156 3.2

157 Autoridad Competente

158 institución gubernamental de quien dependen las leyes y ordenanzas que establecen las exigencias de

159 seguridad contra incendios y resistencia al fuego de los proyectos de construcción en el país

160

161 3.3

162 capa de acabado

163 sello

164 recubrimiento aplicado como capa final del esquema de protección con fines estéticos y/o para proteger el

165 recubrimiento intumescente del medioambiente al cual está sometido

166

167 3.4

168 especificación técnica

169 documento que detalla los requisitos y los esquemas de protección para el proyecto de construcción. La

170 especificación técnica puede indicar productos determinados o permitir el uso abierto de productos que

171 cumplan con las diferentes exigencias legales aplicables al proyecto

172

173 3.5

174 espesor de película húmeda

175 espesor del recubrimiento medido inmediatamente después de su aplicación

176

177 3.6

178 espesor de película seca

179 espesor del recubrimiento una vez que ha curado completamente. Se debe distinguir cuando el espesor de

180 película seca corresponde a cada capa en particular o al espesor del esquema de protección completo

181

182 3.7

183 esquema de protección

184 esquema o sistema conformado por múltiples capas de recubrimiento de distinta naturaleza y/o función, para

185 la protección del acero contra la corrosión y contra el fuego

186

187 3.8

188 fabricante

189 compañía que fabrica una, varias o todas las capas del esquema de protección. En el caso de fabricantes

190 extranjeros, puede corresponder a la compañía que cuenta con su representación legal en el país

191

192 3.9

193 imprimante

194 capa de protección, normalmente anticorrosiva, que antecede la aplicación del recubrimiento intumescente

195

196 3.10

197 masividad

198 factor de forma propia de cada elemento o pieza de acero, con el que se determina el espesor de recubrimiento

199 intumescente necesario para satisfacer la exigencia de resistencia al fuego. Se calcula como la superficie

- 200 expuesta al fuego dividido por el volumen de la pieza, o como el perímetro del perfil expuesto al fuego
 201 dividido por el área de su sección transversal. Se expresa en m⁻¹
 202
 203 3.11
 204 profesional responsable
 205 profesional competente de la definición de las exigencias de resistencia al fuego aplicables al proyecto
 206 conforme a la legislación vigente y responsable de la especificación técnica de los esquemas de protección del
 207 proyecto de construcción
 208
 209 3.12
 210 resistencia al fuego
 211 tiempo que la pieza de acero tarda en alcanzar las condiciones de falla establecidas en NCh935/1. Se expresa
 212 como una clasificación discreta, ya sea F-15, F-30, F-60, F-90, F-120 o F-180
 213
 214
 215 4 Selección de productos
 216
 217 4.1 Definición del esquema de protección
 218
 219 4.1.1 Un esquema de protección normalmente comprende o considera los componentes siguientes:
 220
 221 i. Sustrato o superficie de acero
 222
 223 ii. Capa imprimante o anticorrosiva
 224
 225 iii. Capa intumescente
 226
 227 iv. Capa de acabado o sello
 228
 229 4.1.2 Para la selección de un esquema de protección y de productos adecuados, se deben considerar factores
 230 como la resistencia al fuego exigida, las condiciones ambientales de exposición, el tiempo de vida útil, las
 231 características físicas de cada producto, entre otros. Por ejemplo, en una situación de exposición a la
 232 intemperie o condiciones de humedad elevada, algunos productos pueden necesitar protección adicional o no
 233 ser adecuados.
 234
 235 4.1.3 Las decisiones sobre la selección de los productos se deben basar en resultados de ensayos realizados en
 236 laboratorios reconocidos por la Autoridad Competente; y en aquellos aspectos no cubiertos por la legislación
 237 vigente deben existir al menos los debidos respaldos entregados por el fabricante.
 238
 239 4.1.4 Los productos que conforman el esquema serán idealmente de un mismo fabricante, pudiendo ser de
 240 fabricantes distintos. En cualquier caso, cada capa que conforma el esquema debe contar con un respaldo
 241 formal de compatibilidad entregado por el fabricante, en conformidad con Anexo A.
 242
 243 4.2 Sustrato o superficie de acero
 244
 245 4.2.1 Antes de la aplicación de las diferentes capas del esquema, se debe poner especial atención en las
 246 recomendaciones que indique el fabricante del imprimante o del intumescente respecto a la calidad de
 247 preparación superficial del acero. Este aspecto es relevante ya que puede incidir directamente en la calidad de
 248 la adherencia de las capas.
 249
 250 4.2.2 La recomendación del fabricante se debe expresar en términos del estándar SSPC – SP10 o ISO 8501-1.
 251
 252 4.2.3 Se debe evaluar las condiciones de la superficie antes de la aplicación. La superficie debe estar seca,
 253 libre de polvo, grasa y de cualquier forma de contaminación que pueda afectar la adherencia de las capas.

254 4.3 Capa imprimante o anticorrosiva

255
256 4.3.1 La imprimación es la que antecede al recubrimiento intumescente y que normalmente se aplica directo
257 sobre el acero para otorgar protección contra la corrosión y además garantizar la adherencia del intumescente
258 incluso a altas temperaturas. Se presenta en Tabla 1 los tipos genéricos de recubrimientos anticorrosivos más
259 comunes.

260 **Tabla 1 - Tipos genéricos de recubrimiento anticorrosivo**

Galvanizado
Epóxicos bi-componentes
Epóxicos ricos en zinc
Inorgánicos de zinc
Alquídicos
Acrílicos

263
264 4.3.2 Cuando el recubrimiento intumescente no es compatible para aplicar directo sobre la capa anticorrosiva
265 (por ejemplo: directo sobre galvanizado o recubrimientos ricos en zinc), es posible especificar un imprimante
266 compatible con ambas capas para que funcione como una interfaz promotora de adherencia. En los casos que
267 el fabricante señale que sí sea compatible la aplicación directa, entonces proporcionará procedimientos
268 específicos para la aplicación, especialmente cuando se trate de superficies galvanizadas.

269
270 4.3.3 La selección y especificación de la capa anticorrosiva se hará en función del requisito de protección
271 contra la corrosión del proyecto, teniendo en cuenta además factores como:

- 272
273 a. Condiciones del sustrato
274
275 b. Preparación de la superficie
276
277 c. Método de aplicación
278
279 d. Condiciones ambientales
280
281 e. Requerimientos de secado

282
283 4.3.4 La capa imprimante o anticorrosiva debe contar con el respaldo de ensayo de compatibilidad con el
284 intumescente en conformidad con Anexo A.

285
286 4.4 Capa intumescente

287
288 4.4.1 El recubrimiento intumescente reacciona bajo la influencia del calor y las altas temperaturas del
289 incendio, expandiéndose de manera controlada a un volumen varias veces superior a su espesor original de
290 película seca, produciendo una capa de carbón o espuma carbonosa que actúa como una capa de aislación
291 térmica para el sustrato.

292
293 4.4.2 La selección y especificación del recubrimiento intumescente se hará teniendo en cuenta factores como:

- 294
295 a. Lugar de aplicación (por ejemplo: en obra o en maestranza)
296
297 b. Condiciones ambientales, ya sea durante el momento de aplicación o durante su uso
298
299 c. Exigencia de resistencia al fuego

300

- 301 d. Masividad y características geométricas de la estructura
302
303 e. Aprobación según NCh935/1 reconocida por la autoridad competente
304
305 f. Durabilidad o tiempo esperado antes del primer mantenimiento
306
307 4.4.3 Se debe tener especial atención a las limitaciones propias de cada recubrimiento intumescente, ya que
308 existen limitaciones asociadas a tipo de elemento estructural o perfil, masividades y espesores máximos
309 ensayados, entre otros según debe constar en la ficha técnica del producto y en el documento aprobatorio
310 NCh935/1. Especificar y aplicar fuera de estos límites implicará que el producto no cumpla la función para la
311 cual fue diseñado.
312
313 4.4.5 El fabricante del intumescente debe certificar por medio de un organismo externo en el país de origen, la
314 calidad del producto fabricado.
315
316 4.4.5.1 Los parámetros que se deben controlar en la certificación deben ser al menos los siguientes:
317
318 a. Densidad
319
320 b. Contenido de sólidos
321
322 c. Viscosidad
323
324 d. Ensayo de intumescencia y reacción al ácido clorhídrico
325
326 e. Ensayo de eficiencia aislante según A.3.
327
328 4.4.5.2 El fabricante del intumescente debe informar al organismo de certificación los valores y tolerancias
329 que se deben cumplir para cada atributo.
330
331 4.4.5.3 El ensayo de intumescencia y de reacción al ácido clorhídrico se ejecutará según el procedimiento
332 descrito en NCh3040.
333
334 4.4.5.4 Los controles de densidad, contenido de sólidos, viscosidad, intumescencia y reacción al ácido
335 clorhídrico se deben ejecutar por el fabricante como parte de sus propios procesos de control de calidad, e
336 informar los resultados al organismo de certificación por cada lote de producción antes de su
337 comercialización.
338
339 4.4.5.5 El ensayo de eficiencia aislante se debe programar de tal manera que sea ejecutada cada 10 lotes de
340 producción o al menos 1 vez al mes, y cada vez que el fabricante declare alguna modificación o ajuste en la
341 formulación del producto o sus materias primas.
342
343 4.5 Capa de acabado o sello
344
345 4.5.1 La capa de acabado o sello se aplica sobre el recubrimiento intumescente ya sea como protección contra
346 la degradación por el medio ambiente o por motivos decorativos. Debe ser compatible con el intumescente en
347 términos de adherencia y que no debe impedir el desarrollo de la espuma y su expansión en caso de incendio.
348
349 4.5.2 La selección y especificación de la capa de acabado o sello se hará en función principalmente de los
350 factores siguientes:
351
352 a. Condiciones ambientales a las que está expuesto el esquema de protección
353
354 b. Durabilidad esperada del esquema antes del primer mantenimiento

- 355
356
357 c. Requerimiento decorativo del proyecto
358
359 4.5.3 La capa de acabado o sello debe contar con el respaldo de ensayo de compatibilidad con el intumescente
360 en conformidad con Anexo A.
361
362
363 5. Especificación técnica
364
365 5.1 El profesional responsable del proyecto debe consolidar la selección de productos en una especificación
366 técnica que contenga al menos la información siguiente:
367
368 a. Identificación y descripción de cada elemento estructural.
369
370 b. Masividad de cada perfil de acero calculada conforme a NCh935/1, Anexo B.
371
372 c. Exigencia de resistencia al fuego de cada elemento.
373
374 d. Identificación de los productos seleccionados dejando abierta la posibilidad a productos de características
375 equivalentes o superiores.
376
377 e. Mención al documento aprobatorio NCh935/1 del producto intumescente seleccionado, indicando
378 laboratorio, fecha y número de informe.
379
380 f. Espesor del anticorrosivo o imprimante cuando aplique.
381
382 g. Espesor de intumescente para cada elemento estructural.
383
384 h. Espesor del acabado o sello cuando aplique.
385
386 i. Documentos de requisito para la recepción conforme de la partida:
387
388 I) Declaración de compatibilidad entre capas en conformidad con Anexo A, emitido por el fabricante del
389 producto intumescente.
390
391 II) Aprobación vigente conforme a NCh935/1 del producto intumescente, emitido por una entidad
392 reconocida por la Autoridad Competente.
393
394 III) Inspección en obra en conformidad con NCh3040, emitido por una entidad reconocida por la
395 Autoridad Competente.
396
397 IV) Cumplimiento con la especificación técnica y la exigencia de resistencia al fuego, emitido por una
398 entidad reconocida por la Autoridad Competente.
399
400 5.2 En el proceso de diseño del proyecto, se debe tener especial cuidado con las interferencias que pueden
401 existir por causa de la expansión del intumescente, y que no son detectables a simple vista ya que los
402 recubrimientos intumescentes normalmente sólo se conocen por su espesor de película seca. No obstante, al
403 expandir el intumescente puede aumentar su espesor hasta valores del orden de 150 mm por lo que es
404 recomendable dejar espacios libres en torno a este valor para asegurar que el intumescente cumplirá la función
405 para la cual fue especificado.
406
407
408

409 6. Aplicación del esquema de protección

410

411 6.1 Antes de aplicar el esquema de protección se debe tener en cuenta lo siguiente:

412

413 6.1.1 Se debe preparar la superficie de acero en conformidad con la especificación técnica y las
414 recomendaciones del fabricante seleccionado.

415

416 6.1.2 La superficie de cada capa debe estar limpia, seca y cualquier área que no requiera ser protegida debe
417 estar cubierta, por ejemplo, con una cinta de papel que pueda posteriormente ser retirada sin dañar las capas
418 aplicadas.

419

420 6.1.3 El aplicador debe asegurar que todos los equipos y componentes necesarios para la realización del
421 trabajo se encuentran en perfecto estado y cumplen con las recomendaciones del fabricante. Debe contar con
422 las fichas técnicas y de seguridad de todos los productos que forman parte del esquema y los respectivos
423 procedimientos de trabajo.

424

425 6.1.4 La agitación y/o mezcla (cuando se requiera) se debe realizar de acuerdo a lo indicado en la ficha técnica
426 del fabricante y en el momento de su aplicación se deben cumplir las condiciones ambientales recomendadas
427 en la respectiva ficha técnica.

428

429 6.1.5 El trabajo se debe planificar para que todas las áreas estén accesibles al aplicador y para que se cumplan
430 todas las condiciones de temperatura, humedad y periodos de repintado recomendados en la ficha técnica del
431 producto.

432

433 6.1.6 Se debe tener especial cuidado en no dejar directamente expuestas las superficies con intumescencia a
434 posibles lluvias o humedad relativa elevada ya que pueden sufrir ampollamientos y/o desprendimientos, a
435 menos que el fabricante exprese claramente en la ficha técnica que el producto está preparado para resistir
436 estas condiciones.

437

438 6.1.7 Se debe medir y registrar las condiciones ambientales. Los rangos de temperatura y humedad
439 recomendados para la aplicación deben estar claramente indicados en la ficha técnica del fabricante. Algunas
440 recomendaciones generales son:

441

442 a. Que la temperatura de la superficie esté siempre por sobre el punto de rocío.

443

444 b. En productos base agua o solvente, es conveniente aplicar a temperaturas sobre 5°C, obteniendo los
445 mejores resultados entre 10°C y 30°C.

446

447 c. En productos base agua o solvente, es conveniente aplicar a humedades relativas inferiores a 80%.

448

449 d. Pueden existir otras tecnologías que permitan condiciones ambientales más amplias, lo que debe estar
450 debidamente declarado en la ficha técnica del fabricante.

451

452 6.1.8 Los elementos estructurales se deben identificar durante todo el proceso de aplicación del esquema. Esto
453 con el propósito de lograr una trazabilidad completa del esquema y del proceso en la etapa de inspección.

454

455 6.2 Aplicación del imprimante anticorrosivo

456

457 6.2.1 Una vez preparada la superficie y según se indique en la especificación técnica, se procederá a aplicar el
458 imprimante anticorrosivo de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

459

460 6.2.2 El imprimante se debe aplicar antes que el acero vea rebajado su grado de limpieza y siguiendo las
461 recomendaciones del fabricante en su ficha técnica correspondiente.

462

- 463
464 6.2.3 El imprimante se debe aplicar hasta alcanzar el espesor promedio especificado.
465
466 6.2.4 Cuando el valor del espesor está fuera de los límites indicados en la especificación o fuera de los valores
467 recomendados por el fabricante del intumescente, se debe consultar con el profesional responsable y/o con el
468 fabricante para evaluar si esto puede afectar el esquema de protección y encontrar una solución adecuada.
469
470 6.2.5 Se debe dejar registro del espesor promedio de imprimante aplicado. Este valor luego será restado de la
471 medición de espesor de película seca del intumescente.
472
473 6.2.6 En el caso que el imprimante se haya aplicado en maestranza y se haya transportado a obra, se debe
474 tener especial consideración en la limpieza de esta capa y en los métodos para reparar zonas dañadas. En estos
475 casos se debe tener muy en cuenta el periodo de repintado, si lo hubiera, de la imprimación.
476
477 6.3 Aplicación del recubrimiento intumescente
478
479 6.3.1 Los métodos para aplicar intumescente son esencialmente tres: brocha, rodillo o equipo *airless*¹.
480
481 6.3.2 Mediante equipo *airless* se pueden alcanzar espesores húmedos más altos y terminaciones superficiales
482 más uniformes.
483
484 6.3.3 La selección del método de aplicación debe considerar factores como: accesibilidad de la estructura,
485 forma y dimensiones de los elementos a proteger, condiciones ambientales del recinto (viento en recintos
486 exteriores, ventilación en recintos interiores, temperatura y humedad ambiente, entre otros según advertencias
487 del fabricante en la respectiva ficha técnica).
488
489 6.3.4 Al seleccionar equipo *airless*, se debe comprobar con el fabricante para la correcta puesta a punto del
490 sistema los ítems siguientes:
491
492 a. Boquilla de pulverización
493
494 b. Ángulo de pulverización
495
496 c. Presión
497
498 d. Características o tipo de bomba
499
500 e. Diámetros y longitud de manguera
501
502 f. Filtros
503
504 6.3.5 Previo a la aplicación del intumescente, se debe tener total claridad respecto a las condiciones de la
505 superficie y del imprimante anticorrosivo que se haya aplicado.
506
507 6.3.6 El intumescente no se debe aplicar antes que se haya cumplido el tiempo de repintado del imprimante
508 anticorrosivo.
509
510 6.3.7 Se debe conocer la fecha aproximada de aplicación del imprimante anticorrosivo y las condiciones a las
511 que ha estado expuesto antes de la aplicación del intumescente. En algunos casos, puede ser necesario realizar
512 una preparación superficial para asegurar un correcto anclaje entre capas según lo estipule cada fabricante.
513

¹ Equipo de pulverización sin aire

514 6.3.8 En aquellos casos que no se tenga información de la capa imprimante salvo su tipo genérico al que
515 corresponde de acuerdo con 4.3.1, se debe solicitar al fabricante las recomendaciones para evaluar si se
516 cumplen los requisitos para la aplicación del intumescente, debiendo realizar también el respectivo ensayo de
517 compatibilidad en conformidad con Anexo A.

518
519 6.3.9 En aquellos casos que no se cuente con ninguna información en relación con el imprimante existente, se
520 debe evaluar la conveniencia de remover la capa existente o añadir sobre esta una capa de imprimante
521 compatible con el intumescente, cuidando que el espesor total de capas imprimantes no superen los espesores
522 máximos recomendados por el fabricante del intumescente. En el caso de añadir una capa intermedia, se debe
523 asegurar que existe correcta adherencia entre capa nueva y existente, mediante algún método normado según
524 recomendación del fabricante.

525
526 6.3.10 En términos generales, antes de la aplicación del intumescente se debe confirmar que:

- 527
- 528 a. El imprimante está sin daños, sin contaminación y sin ningún tipo de deterioro.
 - 529
 - 530 b. El imprimante es compatible con el recubrimiento intumescente seleccionado y que se ha aplicado de
531 acuerdo con los requisitos señalados en la ficha técnica del fabricante.
 - 532
 - 533 c. Se cumple el período de repintado recomendado del imprimante.
 - 534
 - 535 d. Se cuenta con la medición del espesor promedio del imprimante.
 - 536
 - 537 e. La superficie está limpia y seca.
 - 538
 - 539 f. Se han respetado los tiempos de secado (en función del tipo de producto, espesor, ventilación, temperatura
540 y humedad relativa).
 - 541
 - 542 g. Está disponible la ficha técnica y de seguridad del intumescente.
 - 543
 - 544 h. Se registraron los números de lote.
 - 545
 - 546 i. Cuando diferentes secciones de acero estructural requieren diferentes espesores de recubrimiento
547 intumescente, cada sección se señala o identifica adecuadamente para una aplicación y registro correctos.
 - 548

549 6.3.11 En términos generales, durante la aplicación del recubrimiento intumescente se debe:

- 550
- 551 a. Controlar el espesor de aplicación durante todo el proceso.
 - 552
 - 553 b. Aplicar el espesor de recubrimiento necesario o el máximo espesor por capa posible según se describe en
554 la ficha técnica del fabricante.
 - 555
 - 556 c. Medir el espesor húmedo para efectos de control de calidad internos o autocontrol. Esta medición ayudará
557 a disminuir riesgo de sobreespesores y de descuelgue.
 - 558
 - 559 d. Medir el espesor seco una vez que el producto esté totalmente curado, para corroborar si se ha alcanzado
560 el espesor de protección especificado en cada elemento de acero.
 - 561
 - 562 e. Registrar en forma regular temperatura y humedad relativa.
 - 563

564 6.3.12 El recubrimiento intumescente puede ser diluido en conformidad con las recomendaciones del
565 fabricante en ficha técnica o por escrito. La dilución puede ayudar en las propiedades de aplicación
566 especialmente cuando las condiciones ambientales afectan la viscosidad del producto y dificulten la obtención
567 de un acabado de buena calidad. Se debe cuidar evitar una dilución excesiva ya que puede provocar

568 descuelgues a bajo espesor húmedo, dificultades de secado y de formación de película, especialmente a altos
569 espesores.

570
571 6.3.13 El recubrimiento intumesciente se debe aplicar sólo por personal que cuente con un certificado de
572 entrenamiento vigente, emitido por el fabricante y con una vigencia máxima de 1 año. El programa de
573 evaluación y el alcance de esta certificación será definido por el fabricante del intumesciente.

574
575 6.4 Aplicación de la capa de acabado o sello

576
577 6.4.1 La aplicación de la capa de acabado o sello, en los casos que haya sido especificado, se debe realizar
578 sólo cuando el intumesciente se encuentre completamente curado, debiendo seguir estrictamente todas las
579 recomendaciones de aplicación del fabricante para obtener un correcto anclaje entre capas y para que el sello
580 cumpla la función para la cual fue especificado.

581
582 6.4.2 El profesional responsable debe indicar en la especificación técnica o por otro medio escrito, con
583 precisión cuál será el grado o nivel de acabado superficial requerido, pudiendo utilizar como referencia los
584 siguientes:

585
586 a. Acabado básico

587
588 El esquema de protección reúne los requisitos de protección frente al fuego y a la corrosión requeridos
589 pero no se requiere ningún tipo de acabado estético específico.

590
591 b. Acabado decorativo

592
593 Además de lo indicado en 6.5.2 a, se requiere un buen acabado estético cuando se mira la estructura desde
594 una distancia de 5 m. Se permite un ligero efecto tipo *piel de naranja* u otro tipo de textura derivada de la
595 aplicación o de la reparación localizada.

596
597 c. Acabado superior

598
599 Además de lo indicado en 6.5.2 a, se debe satisfacer una calidad de superficie lisa, homogénea y brillante
600 superior al acabado decorativo descrito en 6.5.2 b, lo que debe estar en pleno acuerdo entre el profesional
601 responsable y el aplicador. En este caso se debe tener en cuenta el tamaño y geometría de las piezas y el
602 espesor de recubrimiento intumesciente a ser aplicado. Es conveniente realizar una muestra que sirva de
603 referencia a lo largo de la obra.

604
605 6.4.3 Los recubrimientos intumescientes tienen un marcado carácter tixotrópico porque están diseñados para
606 aplicarse a espesores elevados, por lo que la aplicación a brocha/rodillo dejará huellas muy marcadas. Por otro
607 lado, la aplicación mediante equipo *airless* puede llevar a la formación de un marcado texturado o efecto *piel*
608 *de naranja*, el que se acentúa cuando los espesores húmedos son elevados. Es posible alcanzar los niveles
609 superiores de acabado mediante una técnica adecuada de aplicación y dilución del intumesciente, aunque para
610 los requisitos de acabado más exigentes puede ser necesario aumentar el número de capas a bajo espesor,
611 debiendo tener en cuenta que esto puede encarecer y hacer más lento el proceso de aplicación.

612
613 6.5 Aplicación en maestranza

614
615 6.5.1 Beneficios generales de la aplicación en maestranza

616
617 i. Permite mayor velocidad de la construcción, ya que se quita la aplicación del intumesciente de la ruta
618 crítica del proceso constructivo, y se reducen los riesgos de retraso por condiciones climáticas adversas
619 para la aplicación.

620

- 621 ii. Permite ahorro de costos por la reducción de recursos necesarios en obra para la aplicación, control,
622 seguimiento e inspección, evitando también costos asociados a almacenamiento y movimiento de
623 productos, andamiaje, elevadores u otros, especialmente en proyectos de gran envergadura.
624
- 625 iii. Permite disminuir las pérdidas de producto al contar con condiciones de aplicación más controladas y al
626 contar con una permanente condición de fácil acceso a todas las caras de las piezas.
627
- 628 iv. Permite un mejor control de calidad, ya que se facilita las tareas de supervisión y control pudiendo incluso
629 ser factible realizar control a cada una de las piezas del proyecto para su aprobación antes del despacho a
630 obra.
631
- 632 v. Permite reducir dificultades medioambientales en obra, eliminando problemas asociados a daños por
633 sobre-pulverizado a bienes propios o externos a la constructora. Permite reducción de emisiones
634 contaminantes o solventes en obra, y la ausencia de suciedad, polvo o fibras normalmente asociados a
635 otros tipos de protección contra el fuego.
636
- 637 vi. Permite reducir los riesgos de accidente en obra, al existir menor presencia de contratistas, maquinarias y
638 equipos, reduciendo además la necesidad de aplicar en zonas potencialmente inseguras, como por ejemplo
639 en zonas de gran altura y de difícil acceso.
640

641 6.5.2 Desventajas generales de la aplicación en maestranza 642

- 643 i. Es normal que se produzcan daños sobre el esquema de protección durante el proceso, debido a la
644 manipulación en taller, transporte, almacenamiento, manipulación y montaje en obra. El nivel de daño se
645 puede minimizar, pero dependerá entre otros factores del tipo de recubrimiento intumescente y del nivel de
646 cuidado en el manejo de las piezas. Se debe tener presente que normalmente el riesgo de daño aumenta con
647 el espesor de intumescente, así como también la dificultad para su reparación.
648
- 649 ii. Normalmente no es posible aplicar el recubrimiento intumescente en la totalidad del elemento estructural
650 debiendo dejar las zonas de conexión para ser protegidas en obra.
651
- 652 iii. Normalmente las condiciones de ventilación son desfavorables respecto a la aplicación en obra, pudiendo
653 verse aumentados los tiempos típicos de secado del intumescente.
654
- 655 iv. Se debe considerar desde un comienzo los costos asociados a retoques, reparaciones y aplicación en zonas
656 de conexión en la obra.
657
- 658 v. En ocasiones se debe considerar el costo adicional de añadir una capa de sello y/o cobertores para
659 productos base agua, para evitar su daño por contacto con agua o humedad durante el transporte o
660 almacenamiento en obra.
661
- 662 vi. Se debe considerar el mayor costo de transporte de piezas aplicadas con intumescente, ya que para reducir
663 daños normalmente se debe reducir el número de piezas por carga, reduciendo la eficiencia del proceso de
664 transporte.
665

666 6.5.3 La maestranza debe contar con un procedimiento específico para manipulación, almacenamiento y
667 transporte, con el propósito de minimizar la cantidad de retoques y/o reparaciones necesarias en la obra.
668

669 6.5.4 Las piezas se deben manipular una vez que todas las capas estén lo suficientemente secas, y en lo
670 posible se debe diseñar o disponer de puntos específicos de izaje para reducir contacto y daño con el
671 intumescente.
672

673
674

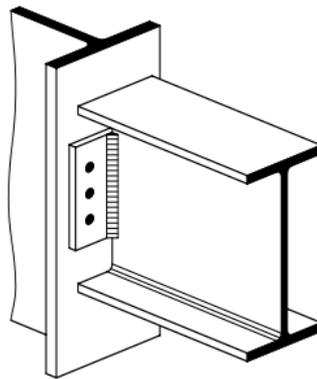
675
676 6.5.5 La carga de las piezas en camión se debe planificar cuidadosamente. Siempre que sea posible con
677 soportes de madera ubicado en zonas sin intumesciente (ejemplo: en zonas de conexión). Cuando no sea
678 posible es recomendable apoyar las piezas en sus cantos, para minimizar el área de contacto y de daño.

679
680 NOTA - Para sujetar la carga, se puede recomendar sujetar firmemente con cadenas en lugar de eslingas, para minimizar área de daño.
681 Además es recomendable no caminar sobre el recubrimiento intumesciente y en caso que sea inevitable se recomienda utilizar
682 cubrezapatos.

683
684 6.5.6 Cuando se emplean productos intumescientes que se pueden ver afectados por el agua, se debe evitar
685 zonas de acumulación de agua por medio de cobertores, de lo contrario existe el riesgo que el agua dañe y
686 penetre el revestimiento y desprenda la capa intumesciente.

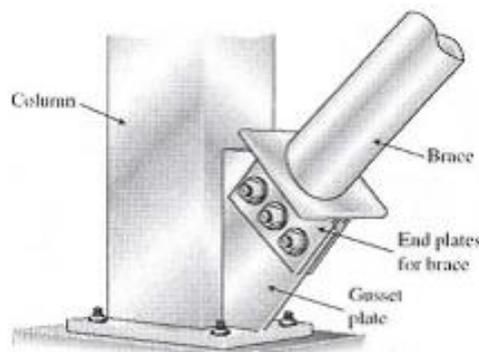
687
688 6.5.7 Los mismos cuidados y procedimientos aplicados en maestranza y en el transporte, se deben aplicar en
689 la obra, para la manipulación y montaje de las piezas.

690
691 6.5.8. Las placas de conexión, como se muestra en Figura 1, se deben proteger en la obra. El espesor de
692 protección de la placa será el mismo espesor aplicado en la viga, y el espesor en el ala de la columna será el
693 mismo espesor aplicado al resto de la columna.
694



695
696 **Figura 1- Ejemplo de conexión viga columna con placa apernada.**
697

698 6.5.9 Las placas de conexión para perfiles tubulares, como se muestran en el ejemplo de Figura 2, se pueden
699 proteger con un espesor de acuerdo a su propia masividad y no necesariamente se debe aplicar el mismo
700 espesor del perfil tubular.



701
702 **Figura 2- Ejemplo de conexión de diagonal a columna estructural**
703

704 6.5.10 Los criterios expresados en 6.5.8 y 6.5.9 son aplicables también cuando la aplicación del intumesciente
705 se realiza en obra.
706
707

- 708
709 6.6 Condiciones ambientales para la aplicación
710
711 6.6.1 Los principales factores que afectan la aplicación son: humedad, temperatura, velocidad del viento y
712 contaminación ambiental, pudiendo variar los requisitos de las condiciones ambientales según el tipo de
713 recubrimiento.
714
715 6.6.2 La ficha técnica del producto debe indicar claramente las condiciones ambientales a las cuales se
716 cumplen las propiedades físicas del recubrimiento intumescente tal como tiempos de secado o resistencia al
717 descuelgue.
718
719 6.6.3 La temperatura de la superficie debe estar por encima del punto de rocío, para evitar condensación.
720
721 6.6.4 Normalmente, los mejores resultados de aplicación se obtienen a temperaturas entre 10°C y 30°C; y
722 humedades relativas inferiores a 90%. Las bajas temperaturas pueden retrasar el secado y aumentar la
723 viscosidad del producto en su envase. Las altas temperaturas pueden generar una liberación anormal del
724 disolvente dificultando la aplicación y provocando defectos superficiales. Por último, la contaminación
725 ambiental puede afectar la adherencia entre capas y altas velocidades de viento pueden aumentar
726 considerablemente la pérdida o desperdicio de producto y afectar la calidad de la terminación superficial.
727
728
729 7 Inspección en obra
730
731 7.1 El recubrimiento intumescente aplicado se debe inspeccionar en obra y cumplir con los criterios y
732 requisitos señalados en NCh3040.
733
734 7.2 La misma entidad emisora del informe de inspección, debe entregar un informe donde se indique si existe
735 o no cumplimiento a la especificación técnica del proyecto.
736
737 7.3 El fabricante del recubrimiento intumescente debe proporcionar al aplicador los procedimientos formales a
738 ejecutar como acciones correctivas para subsanar todas las desviaciones detectadas en la inspección en obra.
739
740 7.4 No es aceptable, para los trabajos de retoque, reparación o corrección de espesores, el uso de productos de
741 distinta marca o naturaleza a los originalmente instalados.
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761

762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815

Anexo A
(normativo)

Ensayos de compatibilidad

A.1 Compatibilidad con el imprimante

El recubrimiento intumescente debe ser compatible con una preparación superficial, según la recomendación del fabricante, o con un imprimante de tal manera que no sólo se logre una buena adherencia durante las condiciones normales de servicio, sino también durante las condiciones de exposición al fuego.

La compatibilidad con el imprimante quedará establecida en función del tipo genérico de recubrimiento anticorrosivo al ser sometido a ensayo de resistencia al fuego en conformidad con A.3. Cuando la aplicación del intumescente requiera de una capa de enganche, esta se debe incluir en un ensayo aparte.

Cuando un recubrimiento anticorrosivo específico no ha sido ensayado al fuego, pero es parte de uno de los tipos genéricos aprobados, el fabricante del intumescente debe confirmar que el recubrimiento intumescente, aplicado sobre dicho imprimante, aprueba el ensayo de adherencia en conformidad con ASTM D3359, Método A.

Cuando por razones de las características físicas propias del recubrimiento intumescente, el método de ensayo de ASTM D3359 no es aplicable, el fabricante del intumescente debe indicar un método alternativo para el chequeo de la adherencia.

El recubrimiento anticorrosivo se debe aplicar en un espesor dentro del intervalo $\pm 50\%$ respecto del espesor promedio ensayado. En cualquier caso, el espesor de película seca del imprimante no debe superar el máximo ni ser inferior al mínimo recomendado por el fabricante.

Cuando se utiliza un sistema imprimante multicapa, se debe limitar el espesor promedio total y el espesor promedio individual a un máximo de 20% por sobre el promedio ensayado.

Cuando no se utiliza imprimante se debe evaluar la compatibilidad directa al sustrato, ensayando en conformidad con A.3.

A.2 Compatibilidad con la capa de acabado

La capa de acabado será compatible con el recubrimiento intumescente cuando exista buena adherencia y sea demostrado mediante ensayo en conformidad con A.3 que su aplicación no entorpece el desarrollo de la intumescencia y la capacidad protectora del intumescente.

El ensayo de compatibilidad será válido sólo para cada producto de acabado en particular ensayado.

El espesor promedio mínimo de la capa de acabado será aquella especificada por el fabricante. El espesor promedio máximo no debe ser superior en más de 50% del espesor promedio ensayado. En caso de un acabado o sello aplicado en múltiples capas, estas tolerancias hacen referencia al espesor promedio total.

816 A.3 Ensayo de eficiencia aislante

817
818 A.3.1 Descripción general
819
820 Este ensayo es válido sólo para los propósitos descritos en este anexo, y corresponde a un ensayo a pequeña
821 escala para evaluar, respecto a una muestra patrón, la capacidad de aislación térmica del recubrimiento
822 intumescente en interacción directa con el acero, con una capa imprimante y/o una capa de acabado o sello.
823

824 La curva tiempo-temperatura al interior del horno debe cumplir con NCh935/1 y se debe controlar utilizando
825 al menos 1 termopar ubicado al centro de cada probeta a una distancia de 150 mm de la superficie. Las
826 desviaciones al incendio normalizado deben estar comprendidas dentro de las tolerancias señaladas en
827 NCh935/1.
828

829 Las muestras para ensayo se deben acondicionar a (23 ± 3) °C y (50 ± 5) % de humedad relativa durante un
830 período de tiempo mínimo en acuerdo con el fabricante.
831

832 El espesor promedio de película seca de cada recubrimiento se debe obtener con un número total de 10
833 mediciones uniformemente distribuidas.
834

835 A.3.2 Probeta de ensayo

836
837 Todas las capas que conforman la muestra se deben aplicar en conformidad con las recomendaciones del
838 fabricante.
839

840 Las probetas tendrán como base una placa de acero de 5 mm de espesor y de dimensiones mínimas de
841 300 mm x 200 mm y un tamaño máximo de 500 mm x 500 mm.
842

843 Se debe ensayar un mínimo de 2 probetas por cada esquema en evaluación, y su resultado se debe contrastar
844 con el resultado de resistencia al fuego oficial en conformidad con NCh935/1. Si alguna de las probetas falla,
845 se puede ensayar 2 probetas adicionales, de las cuales ambas deben tener resultados satisfactorio para la
846 aprobación.
847

848 Tanto la capa imprimante como la capa de acabado se deben ensayar en espesores que normalmente se
849 aplicaría en la práctica, según especificación del fabricante.
850

851 El recubrimiento intumescente se debe aplicar con un espesor de película seca de $(1 \pm 0,1)$ mm. Si el espesor
852 máximo aprobado para la protección de una placa de dicha masividad es inferior a 1 mm, entonces se debe
853 aplicar dicho espesor máximo. Por el contrario, si el espesor mínimo de aplicación es superior a 1 mm,
854 entonces se debe aplicar dicho espesor mínimo.
855

856 A.3.3 Procedimiento de ensayo

857
858 Las probetas se deben montar en un marco de montaje y se deben instalar en posición vertical, dejando el
859 esquema de protección totalmente expuesto al interior del horno.
860

861 La cara no expuesta al fuego se debe recubrir con una capa de fibra cerámica de 50 mm de espesor nominal y
862 96 Kg/m^3 de densidad nominal.
863

864 Por la cara no expuesta al fuego se instalarán termopares tipo K en cantidad y distribución según Figura A.1.
865 El anclaje de los sensores debe ser por soldadura o por anclaje mecánico.
866

867 El ensayo concluye cuando la temperatura promedio de los termopares alcanza 500°C.
868
869

- 870
871 A.3.4 Criterio de aceptación
872
873 El resultado se considerará aprobado cuando el tiempo promedio del acero en alcanzar 500°C no sea inferior
874 al 85% del tiempo esperado conforme al ensayo de NCh935/1. Adicionalmente, ningún resultado debe
875 entregar un tiempo inferior al 80% del tiempo esperado conforme al ensayo de NCh935/1.
876
877

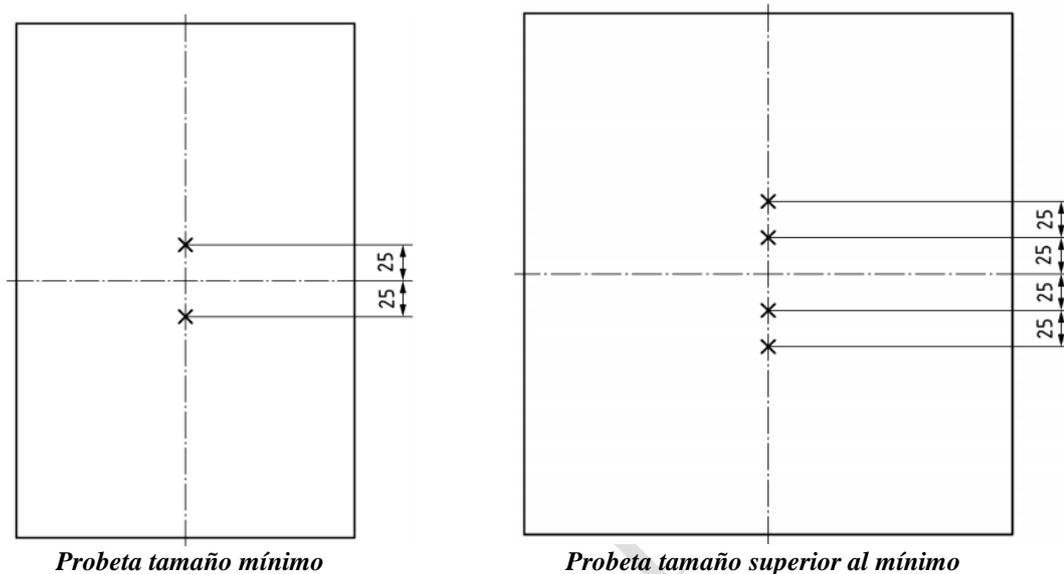


Figura A.1 – Ubicación de termocuplas en probeta de ensayo.

- 878
879
880
881 A.3.5 Informe de ensayo
882

883 El informe de ensayo debe contener toda la información relacionada con el ensayo, esto es:

- 884
885
886
887 - Dimensiones de las probetas
888
889 - Descripción detallada de los productos utilizados
890
891 - Descripción del acondicionamiento
892
893 - Descripción del ensayo
894
895 - Gráfico con la curva tiempo-temperatura real del horno versus curva normalizada
896
897 - Gráfico con la evolución de la temperatura de cada termopar y del promedio
898
899 - Tiempo de cada sensor y cada probeta en alcanzar los 500 °C.
900
901 - Conclusión de *Aprobación* o *Rechazo* de cada probeta.
902
903 - Conclusión de *Compatible* o *No compatible* para cada recubrimiento ensayado, ya sea imprimante o
904 acabado.
905
906
907
908

909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923

Anexo B
(informativo)

Bibliografía

- [1] ASFP - TGD 16:2010, *Code of Practice for Off-site Applied Thin Film Intumescent Coatings*.
- [2] UNE 48287:2017, Pinturas y Barnices – Sistemas de pinturas intumescentes para la protección del acero estructural – Guía para la aplicación.

CONSULTA PÚBLICA