



RTA - Relatório Técnico de Avaliação N° 648/11 Rev.01



SUMÁRIO

RESUMO	3
1 INTRODUÇÃO	4
1.1 ENSAIOS	4
1.2 ACEITAÇÕES POR AUTORIDADES LOCAIS	6
1.3 GARANTIA DO PRODUTO	6
2 OBJETIVO	6
3 PRODUTOS AVALIADOS	7
3.1 CONEXÕES	7
3.2 TUBOS MULTICAMADAS	7
3.3 SISTEMA	7
4 PROCESSOS DE PRODUÇÃO	9
4.1 CONEXÕES	9
4.2 TUBOS MULTICAMADAS	9
5 AVALIAÇÃO TÉCNICA	10
5.1 PROGRAMA DE ENSAIOS	10
5.2 RESULTADOS DE ENSAIOS	13
5.2.1 Tubos multicamadas	13
5.2.1.1 Características gerais	13
5.2.1.2 Propriedades mecânicas	13
5.2.1.3 Propriedades físicas	14
5.2.2 Conexões	14
5.2.3 Sistemas	14
6 RESUMO DA AVALIAÇÃO TÉCNICA	15
7 CONTROLE DA QUALIDADE	18
8 CONCLUSÃO	18
ANEXO 01 Certificados de Acreditação dos Laboratórios de Ensaio	20
ANEXO 02 Manual de Instalação	77
ANEXO 03 Relatórios de Ensaios	106

RESUMO

O presente Relatório Técnico apresenta a análise dos produtos “Tubos multicamadas de polietileno-alumínio-polietileno e conexões termofundidas de polietileno – Linha MAYGAS[®]”, destinados à condução de gás natural (GN) e de gás liquefeito de petróleo (GLP), para aplicação em instalações internas em edificações prediais residenciais e comerciais. Tais produtos são fabricados pela Indústrias Saladillo S.A., localizada a Ruta 8, km 60 – Calle 9 – Y – 12 – Parque Industrial Pilar, região norte de Buenos Aires, Argentina.

A avaliação técnica tem como base as normalizações técnicas ABNT NBR15526:2009 – Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais - Projeto e execução e ISO 17484-1:2006 – Plastics piping systems -- Multilayer pipe systems for indoor gas installations with a maximum operating pressure up to and including 5 bar (500 kPa)-- Part 1: Specifications for systems.

Também foram utilizados documentos legais, regulamentações e orientações técnicas pertinentes, referenciados nesse relatório.

Palavras chave: avaliação técnica, desempenho, tubos multicamadas, gás, rede de distribuição interna.



1 INTRODUÇÃO

A MAYGAS Ltda. mantém com o Instituto Falcão Bauer da Qualidade – IFBQ, desde 03 de agosto de 2011, contrato embasado na proposta 698/2011 para Avaliação Técnica do Desempenho do Produto “Tubos multicapas de polietileno-alumínio-polietileno para condução de gás natural (GN) e gás liquefeito de petróleo (GLP) da linha Maygás” destinados a condução de gás natural (GN) e gás liquefeito de petróleo (GLP), para aplicação em instalações internas de gás em edificações residenciais e comerciais

Para a avaliação técnica foram considerados ensaios, inspeções de campo e de fábrica, de modo a verificar e avaliar o processo de fabricação e desempenho do produto.

O embasamento técnico adotado é viabilizado por meio da ABNT NBR 15526:2009 – Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais - Projeto e execução, que em seu item 5.10 Outros Materiais, permite a utilização de materiais não contemplados na referida norma, desde que investigados quanto a segurança e aplicabilidade, conforme normas brasileiras ou internacionais. Tais materiais também devem ser garantidos pelos fabricantes, ensaiados por laboratórios de reconhecida competência técnica e aceitos por autoridades competentes locais.

Isso posto, de modo a fundamentar tecnicamente a avaliação do produto, foram adotadas as premissas a seguir:

1.1 ENSAIOS

Conduzidos conforme requisitos estabelecidos na ISO 17484-1:2006 – Plastics piping systems -- Multilayer pipe systems for indoor gas installations with a maximum operating pressure up to and including 5 bar (500kPa)-- Part 1: Specifications for systems. Ensaios complementares foram conduzidos conforme segue:

- Ensaio de incombustibilidade, conforme norma mexicana NMX-X-021-SCFI:2007 Industria del gas – tubos multicapa de polietileno-aluminio-polietileno (PE-AL-PE)

para la conducción de gas natural (GN) y gas licuado de petróleo (GLP) – Especificaciones y métodos de ensayo, ítem 5.2.7 Ensayo de combustibilidad;

- Ensaio de estanqueidade, conforme ABNT NBR15526:2009 – Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais - Projeto e execução, ítem 8.1 Ensaio de estanqueidade.

Os ensaios foram realizados nos laboratórios das Indústrias Saladillo S.A. (acompanhados pelo IFBQ), no SEIT S.A. – Laboratorio Sudamericano de Ensayos e Investigaciones Termodinámicas, no Laboratório da Kiwa Gastec Certification B.V. e em obra pelo laboratório LA Falcão Bauer.

O Laboratório das Indústrias Saladillo S.A. foi avaliado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT conforme ABNT ISO/IEC 17025:2005 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração, estando apto para realizar todos os ensaios referentes a norma mexicana NMX-X-021-SCFI (Declaração ABNT Certificadora GDC-423/08 datada de 26 de agosto de 2008 – constante no Anexo 01). Ressalta-se que a norma mexicana NMX-X-021-SCFI utiliza requisitos e critérios contemplados na ISO 17484-1. Adicionalmente, as Indústrias Saladillo S.A. são certificadas pela ABNT Certificadora em conformidade com a ISO 17484-1:2006 dentro do Sistema 5 de Certificação para tubos multicamadas e conexões. Os certificados de conformidade de nº 168.001/10 e nº 168.002/10 encontram-se incluídos no Anexo 01.

O Laboratório SEIT S.A. é acreditado pela OAA – Organismo Argentino de Acreditación conforme requisitos estabelecidos na norma argentina IRAM 301:2005, equivalente a norma ISO/IEC 17025:2005 (Certificado de Acreditación de Laboratorio de Ensayo – Laboratorio de Ensayo nº LE 044 emitido em 11 de março de 2008 – ver Anexo 01). Salientamos que o OAA - Organismo Argentino de Acreditación e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO (Coordenação Geral de Acreditação – CGCRE) são signatários de acordos internacionais de reconhecimento mútuo no campo de acreditação, no que tange a ISO/IEC 17025:2005.

O Laboratório Kiwa Gastec Certification B.V. é acreditado pela Dutch Accreditation Council (RvA) conforme requisitos estabelecidos na norma ISO/IEC 17025:2005 (Certificado de nº L 248 emitido em 29 de setembro de 2010 – ver Anexo 01).

Salientamos que o RvA - Dutch Accreditation Council e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO (Coordenação Geral de Acreditação – CGCRE) são signatários de acordos internacionais de reconhecimento mútuo no campo de acreditação, no que tange a ISO/IEC 17025:2005.

1.2 ACEITAÇÕES POR AUTORIDADES LOCAIS

A relação de documentos abaixo contempla a aceitação por parte de autoridades locais e encontram-se em poder da MAYGAS Ltda.. São eles:

- Parecer Técnico Nº DSCI-003/221/10 de 24/09/2010 do Comando Geral do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo;
- Parecer Técnico Nº 019/2011-DECIP de 16/08/2011 do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás;
- Ofício Nº 002/11-DAP de 14/06/2011 do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco;
- Parecer Nº01 de 09/02/2011 da Prefeitura Municipal de Porto Alegre/RS – Comissão Consultiva de Proteção Contra Incêndio.

Os pareceres técnicos e ofícios acima citados encontram-se em poder da MAYGAS LTDA..

1.3 GARANTIA DO PRODUTO

A garantia do produto fornecida pelo fabricante é de 50 anos, válida quando constatados defeitos de fabricação do produto e/ou falha na matéria-prima utilizada. O documento de garantia é entregue ao cliente após verificações e aprovações realizadas pela MAYGAS ou representante autorizado. Ressalta-se que o não cumprimento dos procedimentos contemplados no Manual de Instalação (fornecido pela MAYGAS), ou se a instalação de gás natural (GN) ou gás liquefeito de petróleo (GLP) não estiver em acordo com o padrão MAYGAS, toda a operação ficará garantida somente pelo instalador.

2 OBJETIVO

O presente Relatório Técnico de Avaliação tem como objetivo avaliar o desempenho dos produtos “Tubos multicapas de polietileno-alumínio-polietileno e conexões

termofundidas de polietileno – Linha MAYGAS[®], destinados a condução de gás natural (GN) e gás liquefeito de petróleo (GLP), para aplicação em instalações internas de gás em edificações prediais residenciais e comerciais.

3 PRODUTOS AVALIADOS

3.1 CONEXÕES

Foram contempladas nessa avaliação as conexões do tipo fusão-fusão (buchas, luvas, joelhos de 45° e de 90°, tes e capas fusão) com diâmetros nominais de 16mm, 20mm, 25mm e 32mm; e do tipo fusão-rosca metálica fêmea e macho (luvas, joelhos de 90° e tes) com diâmetros nominais de 16mm, 20mm, 25mm e 32mm. Tais conexões são concebidas por meio do processo de injeção e são constituídas integralmente por polietileno e pigmento, conforme especificação técnica de material (Especificación Técnica de Producto ET Maygas – Conex – Amarillas Revisión 002, Fecha 21/10/2010).

Por motivo de sigilo industrial os detalhes/desenhos das conexões e a especificação técnica do material utilizado para a confecção das peças estão sob domínio da MAYGAS LTDA..

3.2 TUBOS MULTICAMADAS

Foram contemplados nessa avaliação tubos multicamadas polietileno-alumínio-polietileno, com diâmetros nominais de 16mm, 20mm, 25mm e 32mm.

Os tubos multicamadas são concebidos por meio do processo de extrusão e são constituídos por polietileno, adesivo e alumínio.

Por motivo de sigilo industrial os detalhes/desenhos dos tubos e a especificação técnica do material utilizado no processo de extrusão estão sob domínio da MAYGAS LTDA..

3.3 SISTEMA

O sistema é composto pela união entre tubos multicamadas e conexões utilizando-se do processo de termofusão e/ou rosca metálica. A união por termofusão é promovida por meio de um acessório composto por polietileno, denominado “bucha”, à qual vem acoplado o “anel testemunha”, concebido do mesmo material polimérico. O processo roscado, trata-se de procedimento convencionalmente utilizado.

Na avaliação do sistema, além da verificação do comportamento das conexões e dos tubos multicamadas, também é avaliado o desempenho dessas uniões.

A união por termofusão trata-se de processo obtido pela elevação simultânea da temperatura da bucha e da extremidade do tubo multicamadas, por meio de ferramenta calefatora denominada “termofusora”. Para o caso do tubo multicamadas MAYGAS[®], previamente é realizada uma expansão da extremidade do tubo com auxílio de ferramenta apropriada (expansor), de modo a permitir a inserção da bucha. Uma vez aquecida a bucha e a extremidade do tubo, por meio de um esforço axial, une-se manualmente a bucha ao tubo, obtendo-se o primeiro processo de termofusão.

Na sequência, o segundo processo de termofusão, é aquele destinado à união do tubo com a conexão desejada, por meio da mesma bucha já fixada à extremidade do tubo. Da mesma forma, promove-se o aquecimento simultâneo da parte externa da bucha já acoplada ao tubo e da conexão. Atingido o tempo de aquecimento especificado, manualmente, por meio de um esforço axial, promove-se a união entre o tubo e a conexão, verificando-se o desprendimento do anel testemunha acoplado à bucha por sobre o tubo. O desprendimento do anel testemunha indica a correta união por termofusão, onde a temperatura envolvida no processo, o esforço axial desprendido e o acoplamento da tubulação à conexão foram realizados conforme requisitos determinados pelo fabricante.

Essa união é traduzida pela geração de um esforço de compressão na zona de interferência entre a extremidade da tubulação (que contempla a bucha) e o acessório (ver Figura 01).

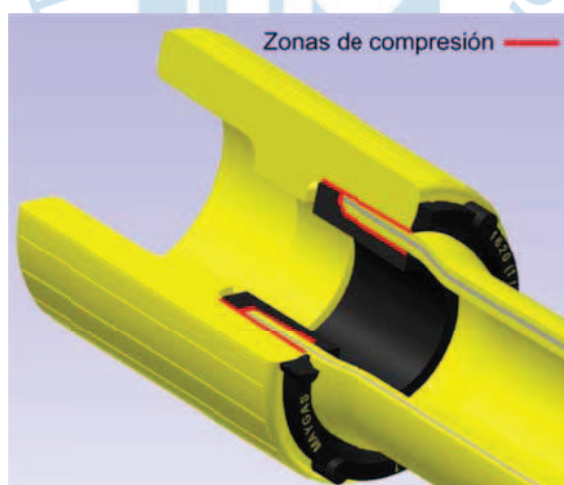


Figura 01 – Zonas de compressão geradas durante o processo de termofusão

O processo detalhado da união por termofusão está apresentado no Anexo 02, composto pelo Manual de Instalação do sistema MAYGAS[®], elaborado pelo fabricante.

4 PROCESSOS DE PRODUÇÃO

4.1 CONEXÕES

As conexões são concebidas pelo processo de injeção, conforme abaixo descrito:

- a) Matéria prima é disponibilizada em linha e é aquecida até atingir o ponto de plasticidade requerido;
- b) A matéria prima é introduzida no molde (matriz) sob determinadas pressão e temperatura, durante tempo exigido para a conformação da peça (ciclo de injeção);
- c) Uma vez terminado o ciclo de injeção, as peças são ejetadas e esfriadas até a temperatura ambiente.

4.2 TUBOS MULTICAMADAS

Os tubos multicamadas são concebidos por meio do processo de extrusão, conforme abaixo descrito:

- a) Extrusão da camada interna, calibração do diâmetro externo da camada interna e posterior aquecimento para permitir a união com a camada de adesivo;
- b) Extrusão da camada de adesivo sobre a face externa tubo interno de polietileno;
- c) Conformação do tubo metálico a partir de fita de alumínio, com união das bordas de topo por meio de solda contínua com utilização de laser. Tal solda permite uma perfeita união da chapa de alumínio, sendo isenta de impurezas e sem alterar as propriedades do metal. Também não interfere e/ou degrada a face externa do tubo interno de polietileno, em decorrência do aquecimento obtido no processo de soldagem;
- d) Compactação do alumínio junto a face externa do tubo interno de polietileno e aquecimento por passagem através do forno de indução para a ativação do adesivo e fixação do mesmo ao alumínio. Imediatamente após tem-se a calibração do diâmetro externos do conjunto alumínio e tubo interno de polipropileno;

- e) Extrusão conjunta do adesivo sobre o alumínio e do tubo externo de polietileno (capa externa do tubo multicamada) sobre o adesivo;
- f) Colocação da fita sobre a face externa do tubo externo de polietileno com a marcação genérica, calibração do tubo externo de polietileno (capa externa do tubo multicamada) e impressão com jato de tinta a cada metro (quantidade de metros, data, hora, norma, número da matriz, diâmetro externo e espessura da parede do tubo);
- g) Embalagem do produto: feixe de barras ou rolos, em função do diâmetro.

5 AVALIAÇÃO TÉCNICA

5.1 PROGRAMA DE ENSAIOS

A avaliação técnica foi conduzida por meio de realização de ensaios e de requisitos contemplados em normas nacionais e internacionais (ABNT NBR15256:2009, ISO17484-1:2006, NMX-X-021-SCFI:2007). Os ensaios foram conduzidos por laboratórios de reconhecida competência e também realizados em obras que utilizam o sistema MAYGAS®.

Os ensaios aplicam-se aos tubos multicamadas, às conexões e ao sistema, com vistas à avaliação do desempenho do produto e/ou sistema quando submetidos a pressões hidrostáticas, cargas de tensão, esmagamentos e chama. Também são avaliadas as características dimensionais e propriedades físicas.

A Tabela 01 apresenta o programa de ensaios realizado pelas Indústrias Saladillo para a linha de produtos MAYGAS®. Nessa estão apontadas as características dos ensaios, periodicidade, tipo de ensaio, requisitos, normas e laboratórios utilizados.

TABELA 01 - PROGRAMA DE ENSAIOS PARA TUBOS MULTICAMADAS, CONEXÕES E SISTEMA

TIPO	Ensaio		Periodicidade	Verificação	Requisitos				Item e Norma	Lab.				
	Repet.	Tipo			Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32						
TUBOS	X	X	2h	Ø externo ovalidade Espessura da parede Espessura da camada externa Espessura da camada interna Espessura do alumínio Aspecto superficial Comprimento	16,3mm até 16,0mm	20,3mm até 20,0mm	25,3mm até 25,0mm	32,3mm até 32,0mm	Item 5.2.1 ISO 17484-1	Saladillo				
					MAX 0,4mm	MAX 0,5mm	MAX 0,5mm	MAX 0,5mm						
					2,05mm até 1,65mm	2,30mm até 1,90mm	2,75mm até 2,25mm	3,50mm até 2,90mm						
					MIN 0,4mm	MIN 0,4mm	MIN 0,4mm	MIN 0,4mm						
					MIN 0,9mm	MIN 1,0mm	MIN 1,1mm	MIN 1,2mm						
					MIN 0,18mm + 0,09mm	MIN 0,23mm + 0,09mm	MIN 0,23mm + 0,09mm	MIN 0,28mm + 0,09mm						
					Superfícies interna e externa dos tubos devem apresentar-se uniformes, limpas e livres de						Cumprir com Especificação Técnica de Produto - ETP			
					Resistência a pressão em longo prazo						CURVA DE REGRESSÃO (Atualmente realizado em laboratório para tubo Ø 32mm a 20°C)			
					Resistência hidrostática aos 95% da pressão P _{LPL} a 165 h						P (ensaio) = 0,95 x P _{LPL} (obtido da curva de regressão)			
					Resistência hidrostática aos 95% da pressão P _{LPL} a 1000 h						P (ensaio) = 0,95 x P _{LPL} (obtido da curva de regressão)			
Resistência da linha de união				Temp 23° - Cone 15° - Expansão 10 % Aguardar 15 min após retirada do cone - não apresentar fissura e/ou delaminação										
Resistência à taxa de alongamento do índice de ruptura da capa externa				Índice de aumento da resistência à taxa de alongamento da camada externa menor que 10mm/dia Tubo fabricado com material da camada externa. Indice de aumento da resistência à taxa de alongamento da camada externa menor que 10mm/dia										
Resistência aos elementos constituintes do gás				Pressão 0,4.Pd - Temp 80°C - Cone 10 % de expansão ≥20h sem delaminação										
Durabilidade térmica da camada externa				100°C a 0,5 ano ou 110°C a 0,25 ano - esforço 3% sem fissura visível na camada externa										
Tempo de indução de oxidação				Temperatura 200°C ≥ 20 min										
Delaminação Tubos-M				Temp 23°C - Ciclo (-20°C / +60°C) - 10 Ciclos F _{adh} ≥ 15N/cm										
Permeabilidade ao odorizante				THT - 60 dias - 23°C Sem percepção de odor de THT por um observador experiente										
Incombustibilidade				Aplicação de chama de 1 min ± 10s Após aplicação da chama, auto-extinção ≤30s										

TABELA 01 - PROGRAMA DE ENSAIOS PARA TUBOS MULTICAMADAS, CONEXÕES E SISTEMA

Tipo	Ensaio		Períodicidade	Verificação	Requisitos				Item e Norma	Lab.	
	Repet.	Tipo			Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32			
CONEXÕES		X	trimestral	Ensaio de pressão hidrostática a 20°C - 100h $\sigma = 12,4$ Mpa	33,4bar	29,1bar	28,8bar	26,6bar	Tabela 6 ISO 8068-1	Saladillo	
		X	semestral		Ensaio de pressão hidrostática a 80°C - 165 h $\sigma = 5,5$ Mpa	14,8bar	12,9bar	12,8bar			11,8bar
		X	anual			13,5bar	11,7bar	11,6bar			10,7bar
		X	anual	Ensaio de pressão hidrostática a 80°C - 1000 h $\sigma = 5,0$ Mpa	23°C - 25mbar				Item 8.1	SEIT	
		X	anual		23°C - 7,5bar				ISO 10838-3		
		X	anual	Estandariedade com curva e ciclagem de temperatura (ISO 3503)	Da -20°C a +60°C, a uma pressão de 7bar (não 6bar como indicado na ISO 10838-3 item 9.2.b, pois essa é a QTP-Pressão para Ensaio de Qualificação, selecionada na ISO 17484-1 Tabela 3)				Item 8.2		
		X	anual		Estandariedade após ensaio de tração				ISO 10838-3		
		X	anual	Estandariedade após ensaio de tração	23°C				Item 8.3.1		
		X	anual		80°C				ISO 10838-3		
	SISTEMA				Carga de tensão	Temp 23°C - Pressão 30mbar				Item 7.3 ISO 17484-1 - Anexo G	Saladillo SEIT
		X	anual	Classe2 F (kN) = 1,8 por 1h		Classe3 F (kN) = 2,1 por 1h	Classe4 F (kN) = 4,0 por 1h	F (kN) = 2,4 por 800h			
				F (kN) = 1,1 por 800h		F (kN) = 1,4 por 800h		Não ocorrência de vazamento por uma hora.			
		X	trimestral	Temp. 23°C - Pressão 30mbar - F = 2KN maior que 20%				Item 7.3 ISO 17484-1 Anexo H			
		X	anual	600mm Estandariedade				Item 7.3 ISO 17484-1 Anexo I			
		X	anual	Temp 23°C - Ciclo (-20°C / +60°C) - 10 ciclos Gotejamento $\leq 10-4$ atm cm ³ s ⁻¹				Item 7.3 ISO 17484-1 Anexo J			
	X	anual	Rmin Dobra = 5 d - Angulo 90° - 3 ciclos de dobra - Pressão 30mbar Ausência de danos ou alterações da camada de alumínio após o ensaio.				Item 7.3 ISO 17484-1 Anexo K				

O ensaio conforme norma ABNT NBR15256:2009, item 8.1 Ensaio de Estandariedade, realizado "in loco" pelo laboratório L.A.Falcão Bauer, diz respeito ao sistema MAYGAS® e é restrito aos ramais internos de edificação residencial, conforme Relatório de Ensaio EC.229.242/11, incluso no Anexo 03.

5.2 RESULTADOS DE ENSAIOS

Abaixo apresentamos os resultados dos ensaios realizados conforme estabelecidos no programa de ensaios apresentado no item 5.1 deste relatório.

5.2.1 Tubos multicamadas

5.2.1.1 *Características gerais*

Foi verificado o aspecto superficial dos tubos multicamadas ($\Phi 16\text{mm}$, $\Phi 20\text{mm}$, $\Phi 25\text{mm}$ e $\Phi 32\text{mm}$) e constatado o atendimento a ISO 17484-1, item 5.2.1, com relação a uniformidade das paredes, limpeza, isenção de cavidades e quaisquer outros defeitos.

Também foram realizadas verificações com relação ao diâmetro externo, espessura da parede, espessura da camada interna, espessura da camada externa e espessura da camada metálica (alumínio) em conformidade com a ISO 3126, sendo constatado o atendimento às variações permitidas. Tais medições encontram-se relacionadas no Informe de Ensayos N° 52 (ver Anexo 03).

5.2.1.2 *Propriedades mecânicas*

a) **Curva de Regressão**

Ensaio em acordo com os itens: 5.4.1 Resistência a pressão a longo prazo, 5.4.1.3 Procedimento II e 5.4.1.5.1 Verificação dos pontos de controle de falhas da norma ISO 17484-1. São intrínsecos ao produto e devem ser realizados a cada alteração da matéria prima e/ou estrutura. Encontram-se apresentados no Pre-Informe de Ensayo (OT n°10-12517-1 e SE n°10-12239), datado de 03 de outubro de 2011 e referem-se a tubos multicamadas de diâmetros de 16mm, 20mm e 25mm. Ressalta-se que tais ensaios encontram-se em andamento, com início em 08/11/2010 e previsão de término para 10/02/2012 (ver Anexo 03).

b) **Pontos de controle**

Os pontos de controle de falhas para cada diâmetro às 165h e às 1000h de ensaio, considerando-se 95% da P_{LPL} (limite inferior de confiança da pressão hidrostática prevista) para cada diâmetro, foram obtidos diretamente da Curva de Regressão.

c) Delaminação e resistência da linha de união

Ensaio realizado diariamente e conduzido conforme item 5.4.2 da ISO 17484-1 – Anexo B. Os resultados atendem aos especificado em norma e encontram-se no Relatório de Ensaio nº 26 (ver Anexo 03).

d) Resistência à taxa de alongamento do índice de ruptura da capa externa

Trata-se de ensaio tipo e é intrínseco ao produto, devendo ser realizado a cada alteração da matéria prima e/ou de sua estrutura. É conduzido conforme item 5.4.3 da ISO 17484-1. Os resultados atendem à deformação máxima estabelecida em norma conforme apresentado no Informe KIWA GASTEC datado de 27 de dezembro de 2010 (ver Anexo 03).

5.2.1.3 Propriedades físicas

Os ensaios referentes ao item 5.5.2 da ISO 17484-1, dizem respeito a verificação das características quanto a : resistência a elementos constituintes do gás, durabilidade térmica da capa externa dos tubos, tempo de indução de oxidação (OIT), delaminação e permeabilidade ao odorizante (THT). Foram realizados para os tubos com diâmetros de 16mm, 20mm, 25mm e 32mm, apresentando resultados satisfatórios conforme Relatórios de Ensaio OT 10-12318, OT 10-12319, OT 10-12320 e OT 10-12321 (ver Anexo 03).

O ensaio de incombustibilidade foi realizado conforme item 5.2.7 da norma mexicana NMX-X-021-SCFI:2007, apresentando resultado satisfatório, conforme apresentado no Relatório de Ensaio nº 027 (ver Anexo 03).

5.2.2 Conexões

Foram realizados ensaios de pressão hidrostática conforme ISO 8085-1 e de verificação da estanqueidade conforme ISO 10838-3 para conexões com diâmetro de 16mm, 20mm, 25mm e 32mm. Os resultados se mostraram satisfatórios e encontram-se apresentados nos Relatórios de Ensaio OT 10-12512, OT 10-12513, OT10-12514 e OT 10-12515 (Ver Anexo 03).

5.2.3 Sistemas

Foram realizados ensaios de carga de tensão, resistência das uniões ao esmagamento, resistência das uniões ao impacto, resistência ao ciclo térmico e resistência ao ciclo de dobramento conforme item 7.3 da ISO 17484-1, para tubos e

conexões com diâmetro de 16mm, 20mm, 25mm e 32mm. Os resultados se mostraram satisfatórios e encontram-se apresentados nos Relatórios de Ensaio OT 10-12318, OT 10-12319, OT 10-12320 e OT 10-12321 (ver Anexo 03).

O ensaio para verificação da estanqueidade do sistema foi realizado “in loco” conforme item 8.1 da ABNT NBR15256:2009 pelo laboratório L.A.Falcão Bauer e restringiu-se aos ramais internos da edificação residencial. Os resultados foram satisfatórios e encontram incluídos no Relatório de Ensaio EC.229.242/11, datado de 19/10/2011 (ver Anexo 03).

6 RESUMO DA AVALIAÇÃO TÉCNICA

A Tabela 02 apresenta o resumo executivo dos ensaios realizados e analisados mediante as normas pertinentes.



Tabela 02 – RESUMO DA AVALIAÇÃO TÉCNICA (tubos multicamadas)

	Verificação	Diâmetro / Requisitos				Norma	Atendimento aos requisitos	
		Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32		Satisfatório	Não satisfatório
CARACTERÍSTICAS GERAIS	Ø externo	16,3mm até 16,0mm	20,3mm até 20,0mm	25,3mm até 25,0mm	32,3mm até 32,0mm	Item 5.2.1 ISO 17484-1	✓	
	ovalidade	MÁX 0,4mm	MÁX 0,5mm	MÁX 0,5mm	MÁX 0,5mm		✓	
	Espessura da parede	2,05mm até 1,65mm	2,30mm até 1,90mm	2,75mm até 2,25mm	3,50mm até 2,90mm		✓	
	Espessura da camada externa	MÍN 0,4mm	MÍN 0,4mm	MÍN 0,4mm	MÍN 0,4mm		✓	
	Espessura da camada interna	MÍN 0,9mm	MÍN 1,0mm	MÍN 1,1mm	MÍN 1,2mm		✓	
	Espessura do alumínio	MÍN 0,18mm + 0,09mm	MÍN 0,23mm + 0,09mm	MÍN 0,23mm + 0,09mm	MÍN 0,28mm + 0,09mm		✓	
	Aspecto superficial	Superfícies interna e externa dos tubos devem apresentar-se uniformes, limpas e livres de buracos, cavidades e/ou outras irregularidades notadas a olho nú.					✓	
	Comprimento	Cumprir com ETP – Especificação Técnica de Produto					✓	
PROPRIEDADES MECÂNICAS	Resistência a pressão em longo prazo	CURVA DE REGRESSÃO (Atualmente realizado em laboratório para tubo Ø 32mm a 20°C)				Item 5.4.1.3 ISO 17484-1	não se aplica	
	Resistência hidrostática aos 95% da pressão P _{LPL} a 165 h	P (ensaio)= 0,95 x P _{LPL} (obtido da curva de regressão)				Item 5.4.1.5.2 ISO 17484-1	✓	
	Resistência hidrostática aos 95% da pressão P _{LPL} a 1000 h	P (ensaio)= 0,95 x PLPL (obtido da curva de regressão)				Item 5.4.1.5.2 ISO 17484-1	✓	
	Resistência da linha de união	Temp 23° - Cone 15° - Expansão 10 % Aguardar 15 min após retirada do cone – não apresentar fissura e/ou delaminação				Item 5.4.2 ISO 17484-1 Anexo B	✓	
	Resistência à taxa de alongamento do índice de ruptura da capa externa	Tubo fabricado com material da camada externa Índice de aumento da resistência à taxa de alongamento da camada externa menor que 10mm/dia.				Item 5.4.3 ISO 17484-1 (ISO 13480)	✓	
PROPRIEDADES FÍSICAS	Resistência aos elementos constitutivos do gás	Pressão 0,4.Pd - Temp 80°C - Cone 10 % de expansão ≥ 20h sem delaminações				Item 5.5.2 ISO 17484-1 Anexo C	✓	
	Durabilidade térmica da camada externa	100°C a 0,5 ano ou 110°C a 0,25 ano - esforço 3% não apresentar fissura visível na camada externa				Item 5.5.2 ISO 17484-1 Anexo D	✓	
	Tempo de indução de oxidação	Temperatura 200°C ≥ 20 min				Item 5.5.2 ISO 11357-6	✓	
	Delaminação Tubos-M	Temp 23°C - Ciclo (- 20°C / +60°C) - 10 Ciclos F _{adh} = ≥ 15N/cm				Item 5.5.2 ISO 17484-1 Anexo E	✓	
	Permeabilidade ao odorizante	THT - 60 dias - 23°C Sem percepção de odor THT por um observador experiente				Item 5.5.2 ISO 17484-1 Anexo F	✓	
	Incombustibilidade	Aplicação de chama de 1min ± 10s Após remoção da chama, auto-extinção ≤ 30s				Item 5.2.7 NMX-X-021-SCFI	✓	

Tabela 02 – RESUMO DA AVALIAÇÃO TÉCNICA (conexões e sistema)

	Verificação	Diâmetro / Requisitos				Norma	Atendimento aos requisitos	
		Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32		Satisfatório	Não satisfatório
CONEXÕES PROPRIEDADES MECÂNICAS	Ensaio de pressão hidrostática a 20°C – 100h – $\sigma=12,4$ Mpa	33,4bar	29,1bar	28,8bar	26,6bar	Tabela 6 ISO 8085-1	✓	
	Ensaio de pressão hidrostática a 80°C – 165 h $\sigma = 5,5$ Mpa	14,8bar	12,9bar	12,8bar	11,8bar		✓	
	Ensaio de pressão hidrostática a 80°C – 1000 h $\sigma : 5,0$ Mpa	13,5bar	11,7bar	11,6bar	10,7bar		✓	
	Estanqueidade com ar ou gás (ISO 3458)	23°C – 25mbar				Item 8.1 ISO 10838-3	✓	
		23°C – 7,5bar					✓	
	Estanqueidade com curva e ciclagem de temperatura (ISO 3503)	Da -20°C a +60°C, a uma pressão de 7bar (não 6bar como indicado na ISO 10838-3 item 9.2.b, pois essa é a QTP-Pressão para Ensaio de Qualificação, selecionada na ISO 17484-1 Tabela 3)				Item 8.2 ISO 10838-3	✓	
	Estanqueidade após ensaio de tração	23°C				Item 8.3.1 ISO 10838-3	✓	
Estanqueidade após ensaio de tração	80°C				Item 8.3.2 ISO 10838-3	✓		
SISTEMA COMPORTAMENTO DO USO DO SISTEMA	Carga de tensão	Temp 23°C - Pressão 30mbar				Item 7.3 ISO 17484-1 Anexo G	✓	
		Classe2 F (kN) =1,8 por 1h F(kN) = 1,1 por 800h	Classe3 F (kN) = 2,1 por 1h F(kN) = 1,4 por 800h	Classe4 F (kN) = 4,0 por 1h F(kN) = 2,4 por 800h			✓	
		Não ocorrência de vazamento por uma hora.					✓	
	Resistência das uniões ao esmagamento	Temp 23°C - Pressão 30mbar - F = 2kN Estanqueidade sem redução do diâmetro exterior maior que 20%				Item 7.3 ISO 17484-1 Anexo H	✓	
	Resistência das uniões ao impacto	Temp 23°C - Pressão 30mbar - Impacto 5kg a 600mm Estanqueidade				Item 7.3 ISO 17484-1 Anexo I	✓	
	Resistência ao ciclo térmico	Temp 23°C - Ciclo (-20°C / +60°C) - 10 ciclos Gotejamento $\leq 10^{-4}$ atm cm ³ s ⁻¹				Item 7.3 ISO 17484-1 Anexo J	✓	
Resistência à flexão repetida	R _{min} Dobra= 5 d - Angulo 90° - 3 ciclos de dobra - Pressão 30mbar Ausência de danos ou alterações da camada de alumínio após o ensaio.				Item 7.3 ISO 17484-1 Anexo K	✓		

7 CONTROLE DA QUALIDADE

As Industrias Saladillo S.A. mantém controles da qualidade do processo de produção dos produtos da linha MAYGAS®, os quais foram verificados pelo IFBQ – Instituto Falcão Bauer da Qualidade em sua unidade fabril situada a Ruta 8, km 60 – Calle 9 – Y – 12 – Parque Industrial Pilar, região norte de Buenos Aires, Argentina.

Os procedimentos da qualidade estão documentados no Manual da Qualidade e, especificamente, são identificados como:

- Procedimiento PC 7.5-01, versión 05, vig. 29/10/2008 “Realizacion del Producto Extrusion L06;
- Procedimiento PC 7.5-03, versión 02, vig. 19/10/2009 “Realizacion del Producto Inyección.

Tais procedimentos aplicam-se aos processos de extrusão e de injeção nas respectivas linhas de produção de tubos multicamadas e de conexões da linha MAYGAS®.

8 CONCLUSÃO

A análise dos ensaios realizados permite concluir que os tubos multicapas (polietileno-alumínio-polietileno) e conexões em polietileno dos tipos fusão-fusão e fusão-rosca metálica fêmea e macho, atendem aos requisitos estabelecidos nas normas utilizadas para o programa de ensaios definido no item 5.1.

São Paulo, 31 de outubro de 2011.

(ORIGINAL ASSINADO)

Marcelo Luis Mitidieri

Coordenador

Polo de Negócios – Inovação na Construção Civil

(ORIGINAL ASSINADO)

Paulo R. Facchini

Gerente Geral

(ORIGINAL ASSINADO)

Luís Alberto Borin

Engenheiro Civil

Polo de Negócios – Inovação na Construção Civil