LIBRO BLANCO TÉCNICO & ESPECIFICACIÓN ANTICORROSIVA PARA LA INDUSTRIA DE PETRÓLEO Y GAS

Combatiendo Gases Amargos, Niebla Salina e Incrustaciones en Pozos: Recubrimientos de Fluoropolímeros Everflon™

Sectores Objetivo: Herramientas de Fondo, Árboles Subsea, Espárragos y Tornillería Offshore, Válvulas y Ductos | **División:** Everflon Energía y Soluciones para Campos Petroleros | **Fecha:** Septiembre de 2026

En las condiciones más agresivas de exploración y producción upstream, transporte midstream e instalaciones submarinas —caracterizadas por alta presión y alta temperatura (HPHT), presencia crítica de gases amargos corrosivos (H_2S, CO_2) y niebla salina marina—, la durabilidad de los componentes metálicos determina la rentabilidad de los activos. Los sistemas de recubrimiento en fluoropolímeros Everflon™ (PTFE, PFA, FEP, ETFE) forman una barrera impermeable y libre de porosidades sobre aceros al carbono, aceros inoxidables y titanio. Desarrollados para suprimir la corrosión galvánica, sellar contra gases ácidos, prevenir el aferramiento mecánico y repeler el depósito de parafinas y asfaltenos, reducen drásticamente los costosos paros e intervenciones mayores (workovers).

1. Ambientes Operativos Críticos: Corrosión, Permeación y Dinámica de Incrustación

Sistemas de perforación, árboles de navidad submarinos (subsea Christmas trees), válvulas de inyección química y ductos de transporte operan bajo agresiones físico-químicas constantes. La presencia combinada de ácido sulfhídrico (H_2S), dióxido de carbono (CO_2), cloruros y aguas de formación hipersalinas genera corrosión por picaduras (pitting), agrietamiento por corrosión bajo esfuerzo (SCC) y fragilización por hidrógeno en metales desprotegidos. En plataformas marinas y lechos oceánicos, el contacto galvánico entre aleaciones disímiles acelera el desgaste estructural.

Simultáneamente, el flujo de crudos pesados sufre la precipitación masiva de ceras parafínicas, asfaltenos viscosos e incrustaciones inorgánicas de sulfato de bario, estrangulando el diámetro útil de las líneas y exigiendo constantes corridas de diablos (pigs) o costosos lavados con solventes aromáticos. Los tratamientos galvánicos tradicionales (cincado, cadmiado) se consumen rápidamente por sacrificio, provocando el atascamiento y fractura de espárragos al desarmar bridas. Los recubrimientos fluoropoliméricos horneados Everflon™ sustituyen estas opciones vulnerables por un blindaje fluorocarbonado hidrofóbico e inerte, aislando los metales de los gases amargos y repeliendo incrustaciones orgánicas en un amplio rango térmico.

Conformidad NACE MR0175 / ISO 15156 para Servicio Amargo (Sour Service): *Los recubrimientos Everflon™ PFA, PTFE y ETFE presentan reactividad química nula ante el ácido sulfhídrico (H_2S), dióxido de carbono y solventes orgánicos. Al actuar como una barrera impenetrable contra la permeación molecular, aíslan por completo los aceros al carbono y baja aleación, eliminando el riesgo de fracturas catastróficas por agrietamiento por esfuerzo en presencia de sulfuros (SSC).*

2. Ventajas Principales de Ingeniería de Everflon™ en la Industria de Petróleo y Gas

Barrera Impermeable contra H_2S y Corrosión Ácida: Inercia química total frente a altas concentraciones de H_2S, CO_2, ácidos de estimulación (HCl/HF) y salmueras saturadas.	**Estabilidad Térmica y de Presión HPHT:** Servicio continuo de hasta 260 °C (500 °F) y resistencia certificada contra el ampollamiento por descompresión rápida de gas (RGD).
Antiaferramiento y Torque de Apriete Uniforme: Coeficiente de fricción dinámica muy bajo (0.05 a 0.10) que garantiza una relación torque-tensión consistente y desarme sin daños.	**Mitigación de Parafinas, Asfaltenos e Incrustaciones:** Energía superficial ultrabaja que bloquea la cristalización de parafinas, sulfatos minerales y lodos asfálticos pesados.

3. Matriz de Selección de Fluoropolímeros Everflon™ para Campos Petroleros

Grado de Fluoropolímero	Temp. Continua Máx.	Resistencia a la Permeación	Mecanismo Funcional Primario	Equipos y Componentes Típicos en Petróleo y Gas
Everflon™ PTFE	260 °C (500 °F)	Buena	Mínimo coeficiente de fricción, lubricación seca sólida, antiaferramiento, alta estabilidad térmica	Espárragos y tuercas B7/L7, tornillería marina, asientos de válvulas de bola, pistones
Everflon™ PFA	260 °C (500 °F)	Excepcional	Película fundida continua sin poros, impermeabilidad absoluta a gases ácidos y solventes	Válvulas de árboles submarinos, válvulas de seguridad subsuperficiales (DHSV), líneas de inyección
Everflon™ FEP	205 °C (401 °F)	Superior	Película fundida lisa y homogénea, antiadherencia superior frente a parafinas y crudos viscosos	Líneas de flujo, cuerpos de estranguladores (chokes), cilindros de muestreo, recubrimiento tubular
Everflon™ ETFE	155 °C (311 °F)	Superior	Máxima tenacidad mecánica al impacto, alta resistencia a la abrasión por lodos de perforación	Protección exterior de tubería de perforación, carcasas de motores de lodo, abrazaderas de risers

4. Aplicaciones Críticas en Subsistemas de Exploración y Producción

• **Espárragos y Tornillería Marina y Subsea (ASTM A193 Grado B7/B7M):** La niebla salina marina y el contacto galvánico entre bridas causan la corrosión severa de las roscas, forzando cortes con soplete durante paros de mantenimiento. Los recubrimientos de PTFE Everflon™ resisten más de 3,000 horas de niebla salina (ASTM B117), aseguran una tensión de apriete homogénea y permiten el desensamble con herramientas manuales estándar.

• **Herramientas de Fondo de Pozo para Perforación y Terminación (MWD/LWD, DHSVs y Empacadores):** Las temperaturas severas de fondo y los lodos de perforación abrasivos erosionan las camisas deslizantes y carcasas de sensores. Los recubrimientos ETFE y PFA Everflon™ resguardan la instrumentación sensible, evitan el empaquetamiento de lodos y proporcionan un deslizamiento suave de baja fricción.

• **Válvulas, Chokes y Actuadores (Bola, Compuerta, Tapón y Mariposa):** Gases húmedos con sólidos arenosos desgastan los sellos metálicos y disparan el torque operativo. El recubrimiento con PFA y PTFE Everflon™ en esferas y compuertas elimina picos de torque, logra un sellado hermético cero burbujas y frena el ataque de los ácidos minerales.

• **Líneas de Flujo (Flowlines) y Manifolds (Control de Parafinas e Hidratos):** El enfriamiento térmico en los ductos submarinos fomenta la cristalización de ceras y la formación de hidratos de gas que taponan la línea. El carácter hidrofóbico y oleofóbico de los recubrimientos internos de FEP y PFA Everflon™ evita que la parafina se ancle en las paredes, conservando el caudal nominal de bombeo.

• **Componentes Estructurales Offshore y Abrazaderas de Risers:** La zona de mareas y salpicaduras (splash zone) castiga las abrazaderas y pernos con agua salada altamente oxigenada y radiación UV constante. Los sistemas multicapa Everflon™ proporcionan aislamiento catódico y químico integral, evitando escurrimientos de óxido y fracturas bajo esfuerzo.

• **Líneas de Inyección Química y Umbilicales Hidráulicos:** Metanol puro, glicol, inhibidores de incrustación y biocidas inyectados a altas presiones submarinas atacan rápidamente las mangueras plásticas estándar. Los tubulares protegidos con Everflon™ PFA y ETFE ofrecen inercia química universal, eliminando riesgos de hinchamiento o roturas por permeación.

5. Control de Calidad, Normas de Corrosión y Preguntas Frecuentes (FAQ)

Los recubrimientos Everflon™ para petróleo y gas se someten a estrictas pruebas de calificación: detección dieléctrica de poros por chispa a alto voltaje (ASTM G62), resistencia a niebla salina (ASTM B117), adherencia por corte de cuadrícula (ASTM D3359) e inmersión en autoclave bajo gases amargos simulados.

P: ¿Cuáles son las ventajas de los recubrimientos Everflon™ frente al cincado o cadmiado en tornillería marina?
R: Las películas galvánicas de sacrificio se consumen aceleradamente en el mar, generando óxido rojo y aferramiento severo de

roscas en pocos meses. Los recubrimientos fluoropoliméricos Everflon™ entregan una protección por barrera pura con más de 3,000 horas de niebla salina, suprimen pares galvánicos y conservan el torque de desarme intacto tras años de servicio submarino.

P: ¿Los recubrimientos Everflon™ resisten la descompresión rápida de gas (RGD) en pozos de alta presión?
R: Sí. Los fluoropolímeros procesables por fusión como Everflon™ PFA y ETFE reúnen una densidad molecular elevada, baja solubilidad a los gases y gran elongación de ruptura. Aplicados sobre primers de alta adherencia térmica, mitigan microfisuras, delaminaciones y ampollamiento comunes en elastómeros y resinas epóxicas.

Everflon™ Materiales Avanzados — Centro de Ingeniería de Superficies para Petróleo y Gas
Asesoría de cumplimiento NACE MR0175, calificación de niebla salina para espárragos y ensayos en probetas
Correo: oilgas@everflon.com | **Sitio web:** www.everflon.com/oil-and-gas