



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



APLICACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS BASADO EN CICLO DE VIDA PARA LA MEJORA DE LA TOMA DE DECISIONES EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

SARA J. MUÑETON CALLE

Calle 73 # 73a-226

E.mail: sara.muneton324@pascualbravo.edu.co

Medellín – Colombia

Resumen

Se diseñó un modelo de gestión del ciclo de vida y mantenimiento basado en confiabilidad, alineado con la norma ISO 55000, para el servicio postventa de una empresa de soluciones de fluidos y energía. El caso se aplicó a un cribado HUBER Rotamat RoK4 500/7. Se empleó taxonomía ISO 14224, análisis de riesgos y criticidad, modelo de E-Time, indicadores de desempeño y análisis de LCC. El modelo permitió priorizar activos, optimizar repuestos y mejorar la toma de decisiones.

Planteamiento del Problema

Las empresas proveedoras de soluciones de fluidos y energía enfrentan presión creciente por garantizar disponibilidad y desempeño de los activos más allá del mantenimiento tradicional. Las pérdidas económicas asociadas a fallas e inactividad no planificada evidencian la necesidad de migrar hacia esquemas basados en confiabilidad. En la organización analizada, el modelo de negocio se ha concentrado históricamente en la venta de equipos y servicios correctivos, con limitada integración del ciclo de vida, priorización por criticidad y medición estructurada del desempeño. Esta brecha representa una oportunidad para diseñar un

modelo alineado con ISO 55000 que permita ofrecer mantenimiento postventa sustentado en datos, riesgo y valor para el cliente.

Marco Teórico

La gestión de activos busca generar valor mediante el equilibrio entre desempeño, costo y riesgo durante el ciclo de vida del activo (ISO, 2014). Este enfoque traslada el mantenimiento desde prácticas reactivas hacia modelos orientados a confiabilidad, donde las decisiones deben sustentarse en información trazable y alineada con los objetivos estratégicos. Bajo esta perspectiva, la estandarización de datos se convierte en condición habilitante; la norma ISO 14224 proporciona criterios para estructurar taxonomías y recolectar información de mantenimiento que permitan comparar, priorizar y analizar equipos de forma consistente.

A partir de esta base, el análisis de criticidad permite jerarquizar activos según el riesgo asociado a su falla, considerando impactos en seguridad, ambiente, producción y costos (GFMAM, 2024). Esta priorización orienta la asignación de recursos y define cuáles activos requieren estrategias avanzadas de monitoreo dentro de un modelo de mantenimiento basado en condición.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



El mantenimiento basado en condición (CBM) plantea intervenir según el estado real del activo, apoyándose en variables operativas que anticipan el deterioro y reducen la incertidumbre en la planificación (Quatrini et al., 2020). Para que este enfoque genere valor, es indispensable integrar indicadores de desempeño que traduzcan la información técnica en criterios de decisión comprensibles para la organización.

Finalmente, la visión integral del ciclo de vida promovida por ISO 55000 establece que la información obtenida en operación y mantenimiento debe retroalimentar continuamente la gestión, fortaleciendo el servicio postventa y la sostenibilidad del activo en el tiempo. Estos principios constituyen el fundamento conceptual sobre el cual se estructura el modelo desarrollado en el presente trabajo.

Metodología

El trabajo se desarrolló como un estudio de caso aplicado orientado al diseño de un modelo de gestión del ciclo de vida y mantenimiento basado en confiabilidad para el servicio postventa. Se seleccionó como activo piloto el cribado HUBER Rotamat RoK4 500/7 por su representatividad en el portafolio comercial y su potencial de replicabilidad en clientes similares.

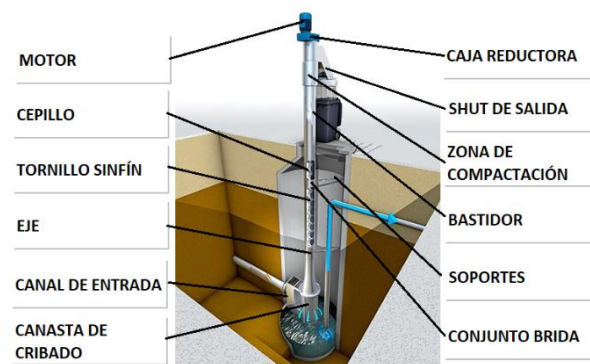


Ilustración 1: Componentes Críticos del Equipo

La información se recopiló mediante revisión documental del fabricante, observación en sitio y entrevistas con personal técnico y comercial. Con estos insumos se construyó la taxonomía del activo siguiendo la estructura definida por ISO 14224, garantizando trazabilidad entre funciones, componentes y modos de falla.

TAXONOMÍA		
SISTEMA	COMPONENTE	TAG (CC)
HIDRÁULICO	CANAL DE ENTRADA	ALP-2506670
MECÁNICO	CANASTA DE CRIBADO	ALP-2502933
MECÁNICO	EJE	ALP-2507307
MECÁNICO	TORNILLO SINFIN	ALP-702545
MECÁNICO	CEPILLO	ALP-706581
ESTRUCTURAL	BASTIDOR	ALP-503786
MECÁNICO / HIDRÁULICO	ZONA DE COMPACTACIÓN	ALP-709006
MECÁNICO	CAJA REDUCTORA	ALP-560018
ELÉCTRICO	MOTOR	ALP-51888650
HIDRÁULICO	SHUT DE SALIDA	ALP-2507277
HIDRÁULICO	VÁLVULAS	ALP-707126
ESTRUCTURAL	SOPORTES	ALP-503235
MECÁNICO	CONJUNTO BRIDA	ALP-2507285

Ilustración 2: Taxonomía

Posteriormente se ejecutó un análisis de riesgos y criticidad mediante matrices multicriterio con análisis AMFE, índice de prioridad de riesgos y gestión de repuestos, y que evaluaron la



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



probabilidad y consecuencias operativas, de seguridad y ambientales, calidad y costo permitiendo priorizar los elementos con mayor impacto para el negocio.

ANÁLISIS CON AMFE				
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFFECTO	
Permitir paso uniforme de caudal	Obstrucción	Acumulación de arena y sólidos	Reducción caudal / rebose	Realí
Retener sólidos	Rotura malla	Impacto materiales/corrosión	Descarga sólidos no tratados	Ejecu inspe
Transmitir torque	Desalineación	Golpes / desgaste	Vibración / daño	Realí contri
Transportar sólidos	Desgaste/fraactura	Abrasión	Bloqueo / rebose	inspe insta
Limpieza interna	Desgaste	Sólidos abrasivos	Baja eficiencia limpieza	Revis
Soporte estructural	Fisuras	Corrosión/fatiga	Inestabilidad	inspe y apli
Compactar sólidos	Atasco	Sólidos duros	Mayor volumen residuos	Contr limpi
Reducir velocidad	Pérdida lubricación	Carga alta / fugas	Paro total	Realí revisi
Accionar rotor	Sobrecalentamiento	Sobrecarga/aislamiento	Paro total	Realí preve
Control descarga	Fuga	Desgaste actuador	Derrame leve	Revis perió
Control flujo	Sellado deficiente	Desgaste asiento	Fugas pequeñas	Progri reem
Alinear/soportar	Desajuste	Fatiga/corrosión	Vibración	Aplici verifi
Sellado	Fuga	Junta desgastada	Derrame puntual	Revis

Ilustración 3: Análisis con AMFE

ÍNDICE PRIORIDAD DE RIESGO					GESTIÓN DE REPUESTOS	
SEVERIDAD	OCCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR	PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN	NIVEL DE CRITICIDAD	PRIORIDAD DE STOCK
3	1	2	6	BAJA	B	STOCK LOCAL
3	2	2	12	ALTA	B	STOCK LOCAL
2	1	2	4	BAJA	C	BAJO PEDIDO
2	1	2	4	BAJA	C	BAJO PEDIDO
2	3	2	12	ALTA	B	STOCK LOCAL
1	1	2	2	BAJA	C	BAJO PEDIDO
1	1	2	2	BAJA	A	STOCK PERMANENTE
2	1	2	4	BAJA	C	BAJO PEDIDO
2	2	2	8	MEDIA	C	BAJO PEDIDO
1	1	2	2	BAJA	A	STOCK PERMANENTE
1	1	2	2	BAJA	A	STOCK PERMANENTE
1	1	2	2	BAJA	B	STOCK LOCAL
1	1	2	2	BAJA	A	STOCK PERMANENTE

Ilustración 4: Índice de Prioridad de Riesgo y Gestión de Repuestos

SEVERIDAD Y MODO AMBIENTE	INFORMACIÓN		RECURSOS		IMPACTO		TOTAL
	CAI	CAI	CAI	CAI	CAI	CAI	
SEVERIDAD Y MODO AMBIENTE	5	1	1	1	4	10	
OPERACIÓN	4	1	1	1	3	8	
CALIDAD	3	1	1	1	2	6	
COSTO	2	1	1	1	2	5	

Ilustración 5: Matriz de Criticidad

Con base en esta priorización se diseñó el modelo de mantenimiento basado en condición (CBM), definiendo variables de monitoreo, técnicas de inspección y frecuencias de intervención. Los tiempos de mantenimiento (E-Time) se estimaron mediante mediciones en campo tomadas anteriormente y referencia a estándares de fabricante, incorporando promedios y variabilidad para soportar la planeación.

PROGRAMACIÓN				MEDICIONES REALIZADAS					
Actividad	Categoría	Frecuencia Mensual	Tiempo Esperado (min)	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Inspección canal y shut de salida	Inspección	12	30	31,5	29,6	31,9	34,6	29,3	29,3
Inspección visual general	Inspección	1	20	23,2	21,5	19,1	21,1	19,1	19,1
Lavado en zona de compactación	Limpieza	12	45	46,1	36,4	37,2	42,5	40,4	46,4
Reemplazo cepillo	Repuesto	1	90	81,8	77,3	103,2	88	90,6	77,2
Alineación eje	Alineación	1	120	113,5	121,3	106,2	124,5	112,8	116,5
Lubricación caja reductora	Lubricación	0,5	25	23,5	29,6	25	22,4	27,1	21,9
Chequeo eléctrico	Inspección Eléctrica	2	60	61,3	48,2	52	61,2	64,4	61
Inspección tornillo sinfin	Inspección	2	40	39,5	38,8	34,1	37,1	38,2	44,2
Verificación torque sinfin	Ajuste	1	30	31	24,7	31	28,8	28	31,8
Revisión válvulas	Inspección	6	35	38,6	38,3	32,1	33,9	36,2	38,4

Ilustración 6: Tiempos de Ejecución E-Time Parte 1



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



TIEMPOS DE EJECUCIÓN						COSTOS X ACTIVIDAD		
Tiempo Mínimo Registrado	Tiempo Máximo Registrado	Promedio Tiempos Registrados	Desviación estándar (variabilidad)	Tiempo Promedio (horas)	Tiempo Esperado (horas)	Costo MO x Hora	Promedio Costo Real	Costo Mensual de Actividad
29,3	34,6	31,03333333	1,904089167	0,488333333	0,5	\$ 28.000,00	\$ 13.673,33	\$ 164.080,00
19,1	23,2	20,51666667	1,55608126	0,318333333	0,333333333	\$ 28.000,00	\$ 8.913,33	\$ 8.913,33
36,4	46,4	41,5	3,913225439	0,606666667	0,75	\$ 28.000,00	\$ 16.986,67	\$ 203.840,00
77,2	103,2	86,35	9,046500244	1,286666667	1,5	\$ 28.000,00	\$ 36.026,67	\$ 36.026,67
106,2	124,5	115,8	5,956509045	1,77	2	\$ 28.000,00	\$ 49.560,00	\$ 49.560,00
21,9	29,6	24,91666667	2,712573604	0,365	0,416666667	\$ 28.000,00	\$ 10.220,00	\$ 5.110,00
48,2	64,4	58,01666667	5,818481092	0,803333333	1	\$ 28.000,00	\$ 22.493,33	\$ 44.986,67
34,1	44,2	38,65	3,023656727	0,568333333	0,666666667	\$ 28.000,00	\$ 15.913,33	\$ 31.826,67
24,7	31,8	29,21666667	2,418275327	0,411666667	0,5	\$ 28.000,00	\$ 11.526,67	\$ 11.526,67
32,1	38,6	36,25	2,486463352	0,535	0,583333333	\$ 28.000,00	\$ 14.980,00	\$ 89.880,00

Ilustración 7: Tiempos de Ejecución E-Time Parte 2

Finalmente, se establecieron indicadores clave de desempeño como MTBF, MTTR, disponibilidad, costos, ahorro por fallas evitadas y métricas asociadas a condición del activo. La propuesta fue revisada con el equipo técnico para validar coherencia operativa, requerimientos logísticos y gestión de repuestos.

INFORMACIÓN INDICADORES		
Indicador	Descripción	Fórmula del Indicador
MTBF	Tiempo medio entre fallas	Tiempo de operación / Nº fallas
MTTR	Tiempo medio para reparar	Tiempo reparación / intervenciones
Disponibilidad	Disponibilidad inherente	MTBF / (MTBF + MTTR)
Disponibilidad	Disponibilidad operacional	horas de preventivo / horas de correctivo
Cumplimiento PM	Cumplimiento de mantenimiento	OT ejecutadas / programadas
Cumplimiento CBM	Cumplimiento de actividades	Monitoreos realizados / programados
Costo por hora	Costo mantenimiento por hora operada	Costo total y horas operadas
Ahorro por fallas evitadas	Ahorro generado por CBM	Costo falla x fallas evitadas

Ilustración 8: Indicadores de Desempeño Parte 1

DATOS A COMPLETAR			RESULTADO	
Dato 1	Dato 2	Dato 3	Resultado	Unidad
Tiempo_operación (h)	Nº fallas	N/A	# VALOR!	horas
Tiempo_reparación (h)	Nº intervenciones	N/A	# VALOR!	horas
MTBF	MTTR	N/A	# VALOR!	%
Horas de operación al año (8760)	Horas de preventivo al año	Horas de correctivo al año	# VALOR!	horas
Ejecutadas	Programadas	N/A	# VALOR!	%
Realizadas	Programadas	N/A	# VALOR!	%
Costo total mantenimiento	Horas operadas	N/A	# VALOR!	\$/h
Costo por falla	Fallas evitadas	N/A	# VALOR!	\$

Ilustración: Indicadores de Desempeño Parte 2

Como complemento al modelo propuesto, se desarrolló un ejercicio financiero de evaluación para la toma de decisiones sobre la adquisición del equipo piloto. A partir de supuestos de ingresos por operación, crecimiento anual, costos de mantenimiento, vida útil y una tasa de descuento del 5 %, se estimaron los flujos de caja y su valor presente. El análisis permitió calcular el Valor Presente Neto (VPN), evidenciando viabilidad económica y soporte cuantitativo para integrar la gestión del mantenimiento con decisiones de inversión durante el ciclo de vida del activo.

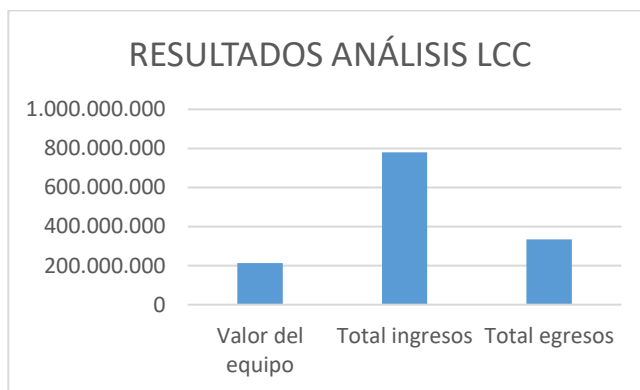


Ilustración 10: Toma de Decisiones LCC



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Datos Reales y Supuestos

La aplicación del modelo se desarrolló sobre el equipo de cribado HUBER Rotamat RoK4 500/7 mediante información proveniente de documentación técnica del fabricante, observaciones en campo y validación con personal especializado. A partir de la taxonomía construida bajo ISO 14224 se identificaron subsistemas y componentes críticos, destacándose la canasta cribadora y el cepillo limpiador por su impacto en la continuidad operativa.

El análisis de riesgos permitió clasificar consecuencias en seguridad, ambiente, operación y costo, evidenciando mayor sensibilidad en las dos primeras dimensiones. Esta priorización orientó la definición de repuestos estratégicos y variables de monitoreo dentro del esquema CBM.

Para la estimación de tiempos de intervención (E-Time) se realizaron mediciones directas y comparaciones con referencias de fabricante, obteniendo promedios y dispersión por actividad. Estos valores permitieron proyectar cargas de trabajo y costos mensuales de mantenimiento.

Finalmente, aunque el activo aún no dispone de históricos de falla, se diseñaron plantillas y fórmulas para el seguimiento de MTBF, MTTR, disponibilidad, cumplimiento del plan, costos y ahorros, dejando estructurada la base para la validación futura del modelo con datos reales de operación.

Análisis y Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de la taxonomía bajo ISO 14224

permitió comprender de forma estructurada las funciones del equipo y su relación con los modos de falla. La descomposición jerárquica facilitó identificar elementos cuyo deterioro impacta directamente la continuidad operativa, validando la importancia de contar con información estandarizada para soportar decisiones de mantenimiento.

La matriz de criticidad confirmó coherencia entre la evaluación teórica del riesgo y el comportamiento esperado del activo, destacándose componentes como la canasta cribadora y el cepillo limpiador. Esta priorización permitió enfocar recursos en los puntos de mayor impacto, en línea con los principios de asignación de valor promovidos por ISO 55000.

El modelo CBM derivado del análisis demostró ser operativamente viable al apoyarse en variables medibles y en capacidades reales del servicio postventa. La estructura escalonada facilita iniciar con inspecciones básicas y evolucionar hacia esquemas predictivos más avanzados, fortaleciendo al mismo tiempo la percepción de confiabilidad por parte del cliente.

Los tiempos de ejecución (E-Time) aportaron evidencia cuantitativa para la planeación, mostrando que actividades frecuentes concentran el mayor peso económico aun cuando su duración individual sea reducida. Esta información transforma estimaciones subjetivas en criterios objetivos para dimensionar recursos y contratos de servicio.

Aunque la ausencia de históricos limita la validación inmediata de indicadores como MTBF,



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



la definición de fórmulas y plantillas deja preparada la infraestructura para capturar datos futuros y evolucionar hacia análisis predictivos. En este sentido, el modelo no sólo responde a la situación actual, sino que establece una ruta de madurez para la gestión de activos en el servicio postventa.

Conclusiones

El desarrollo del presente trabajo permitió demostrar que es viable estructurar un modelo de gestión del ciclo de vida y mantenimiento basado en confiabilidad para el servicio postventa, aun cuando el activo no dispone de información histórica robusta. La alineación con referentes como ISO 55000, ISO 14224 e ISO 31000 aseguró coherencia metodológica y proporcionó una base sólida para la toma de decisiones orientadas al valor.

La caracterización funcional del equipo piloto mediante la taxonomía permitió organizar la información técnica, identificar subsistemas relevantes y establecer trazabilidad entre funciones y posibles modos de falla. Este resultado confirma que la estandarización de datos es un habilitador clave para la confiabilidad, especialmente en contextos donde el activo inicia su etapa de operación y aún no ha consolidado experiencia histórica.

El análisis de criticidad facilitó priorizar los componentes con mayor impacto potencial sobre la operación, destacándose la canasta cribadora, el tornillo sinfín y el cepillo limpiador. La coherencia entre esta priorización y el comportamiento esperado del equipo valida el enfoque aplicado y

orienta de forma objetiva la asignación de recursos del mantenimiento.

El modelo CBM propuesto transforma el análisis de riesgo en actividades concretas, medibles y repetibles, iniciando con inspecciones y verificaciones manuales que se ajustan a las capacidades actuales del servicio postventa. Esta estructura escalonada constituye una ruta realista de evolución hacia prácticas predictivas más avanzadas, permitiendo que la organización incremente progresivamente su madurez en gestión de activos.

La incorporación de tiempos de ejecución aportó información valiosa para dimensionar esfuerzos, estimar costos y soportar la planeación de contratos de mantenimiento. Aunque el activo aún no registra fallas suficientes para validar indicadores como MTBF, el diseño de los KPI deja preparada la base para capturar datos futuros y fortalecer el análisis de confiabilidad a medida que avance la operación.

En términos estratégicos, el estudio evidencia que la confiabilidad puede convertirse en un diferenciador competitivo dentro del servicio postventa, al ofrecer a los clientes intervenciones sustentadas en ingeniería, priorización del riesgo y seguimiento del desempeño.

Referencias Técnicas

- [1] A. Villarreal and B. Pérez, “Challenges and solutions in condition-based maintenance implementation: A multiple case study,” *Journal of Cleaner Production*, 2021. Disponible en:



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621006405>
- [2] R. Ahmad and S. Kamaruddin, “A review of condition-based maintenance decision-making,” *European Journal of Industrial Engineering*, 2012. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835212000484>
- [3] International Organization for Standardization, *ISO 55000: Asset management — Overview, principles and terminology*. Geneva, Switzerland, 2014. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55000:ed-1:v2:es>
- [4] F. Agung, W. N. Waskita and C. Nur, “Asset Management Transformation in Energy Companies: Integration of ISO 55001, Balanced Scorecard, and SWOT Analysis for Competitive Advantage,” *International Journal of Current Science Research and Review*, 2025. Disponible en: <https://zenodo.org/records/16298167>
- [5] C. Parra *et al.*, “Implementation of an Asset Management Plan according to ISO 55001 at the Colmito Power Generation Plant,” 2024. Disponible en: <https://revistas.ponteditora.org/index.php/rae/article/view/913/938>
- [6] I. Ihemegbulem, I. Ibifuro *et al.*, “The Role of ISO 55000 in Ensuring Efficient Asset Management in Small and Medium Sized Enterprises (SMEs),” 2024. Disponible en: <https://sure.sunderland.ac.uk/id/eprint/18456/>
- [7] J. Parra, M. Rodríguez and L. Valencia, “Evaluación de madurez en la gestión de activos industriales bajo ISO 55001: integración con la Industria 4.0,” *Revista Iberoamericana de Ingeniería de Mantenimiento*, vol. 10, no. 2, pp. 45–57, 2024. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/361473180>
- [8] GFMAM – Global Forum on Maintenance and Asset Management, *El Panorama de la Gestión de Activos*, versión Español–Latinoamérica, 2024. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/393747223_El_Panorama_de_la_Gestion_de_Activos
- [9] A. Torres and F. González, “La gestión de activos como estrategia para la resiliencia empresarial: un enfoque desde la sostenibilidad y la confiabilidad,” *Journal of Industrial Asset Management*, vol. 9, no. 1, pp. 33–48, 2023.

SARA J. MUÑETON CALLE
E.mail: sara.muneton324@pascualbravo.edu.co
Celular: 3004523756
Dirección: Calle 73 # 73a-226
Medellín – Colombia