

Ing. Edwin M. Dickson
Consultor
Unidad Técnica Ozono
Octubre, 2017

Fabricación de equipos de aire acondicionado con refrigerantes naturales en Colombia



MINAMBIENTE



Unidad Técnica de Ozono
UTO

Agenda

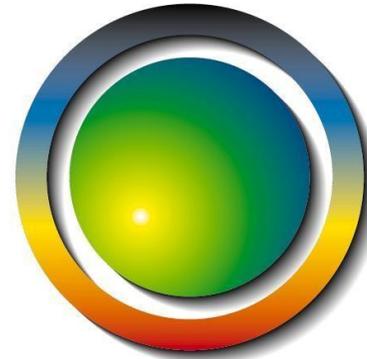


- Introducción
- Descripción general del proyecto
- Plan de trabajo
- Línea de producción para equipos de AA con HC
- Prototipos de AA con HC
- Conclusiones

Introducción

Grupo de trabajo:

- Industrias Thermotar Ltda.
- Unidad Técnica Ozono
- Consultor experto internacional



UNIDAD TECNICA OZONO
C O L O M B I A



MinAmbiente

Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



*Al servicio
de las personas
y las naciones*



Descripción general del proyecto



Proyecto demostrativo para el uso de R-290, como refrigerante alternativo en la fabricación de equipos de aire acondicionado comerciales.

- ✓ Reconversión de la línea de manufactura de aire acondicionado
- ✓ Diseño, fabricación y prueba de los prototipos AA para hidrocarburo
- ✓ Entrenamiento y capacitación del sector servicio de instalación y mantenimiento
- ✓ Difusión de las lecciones aprendidas

Plan de trabajo



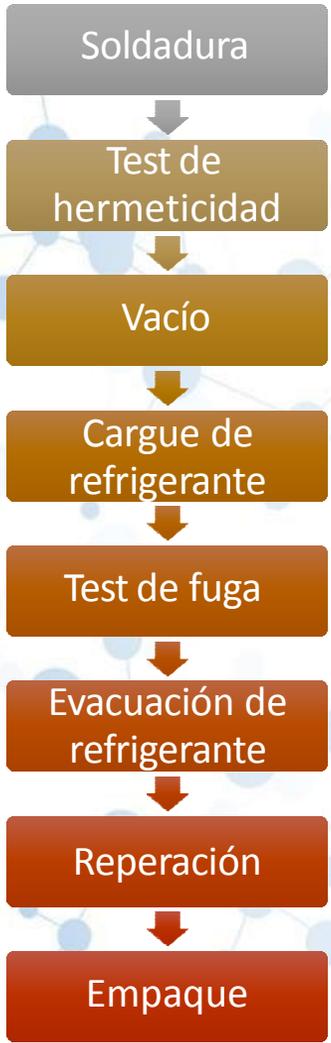
Fase / Etapa	Actividades	Responsable
1- Fase para el diseño y fabricación los prototipos de AA (unidad manejadora, unidad condensadora y tipo paquete)	Diseño de prototipos: unidad condensadora y aire acondicionado tipo paquete	Industrias Thermotar Ltda.
	Revisión y corrección de los diseños de prototipos.	Consultor Internacional
	Modificaciones en el diseño de productos.	Industrias Thermotar Ltda.
	Test de seguridad, análisis de riesgo, evaluación de riesgos y aprobación de terceros.	Industrias Thermotar Ltda.
	Fabricación y test de los prototipos.	Industrias Thermotar Ltda
	Reporte final, recomendaciones y aprobaciones de los diseños. Visita técnica – Colombia (Inspección física de los prototipos).	Consultor Internacional
2- Fase para la compra e instalación de los equipos de manufactura de AA con hidrocarburo y capacitación de personal operativo.	Verificación de la característica de los equipos, selección del proveedor.	Industrias Thermotar Ltda. y Unidad Técnica de Ozono
	Compra de los equipos, asistencia técnica para la instalación en la planta, adecuaciones en la infraestructura e instalación de los equipos.	Industrias Thermotar Ltda.
	Instalación de un sistema de seguridad para la líneas de HC	Industrias Thermotar Ltda.
	Capacitación en el manejo de los equipos y en el mantenimiento.	Industrias Thermotar Ltda.

Plan de trabajo



Fase / Etapa	Actividades	Responsable
3- Fase para la auditoria de seguridad de la nueva línea de producción de AA con hidrocarburo	Selección y contratación de la entidad encargada de realizar auditoria de seguridad a la línea de producción instalada, de acuerdo a estándar o directiva en el manejo seguro de sustancias inflamables.	Industrias Thermotar Ltda.
	Proceso de evaluación de seguridad de la nueva línea de producción.	Entidad auditora
	Análisis de resultados obtenidos en el proceso de evaluación.	Industrias Thermotar Ltda.
	Plan de acción según los resultados de la auditoría, en caso de ser necesario	Industrias Thermotar Ltda.
	Certificado/aprobación por parte del ente auditor.	Entidad auditora
4- Fase para el entrenamiento y capacitación de los técnicos en instalación y mantenimiento de los AA con Hidrocarburo.	Capacitación y entrenamiento del personal técnico en instalación y manteamiento de equipos con hidrocarburo durante garantía y servicios de post-venta.	Consultor Internacional
5- Fase para la realización de talleres de difusión de los resultados obtenidos en el proyecto demostrativo.	Organizar y gestionar, ya sea en reuniones nacionales o internacionales la realización de dos talleres de difusión de los resultados obtenidos a través del proyecto demostrativo.	Industrias Thermotar Ltda. y Unidad Técnica de Ozono

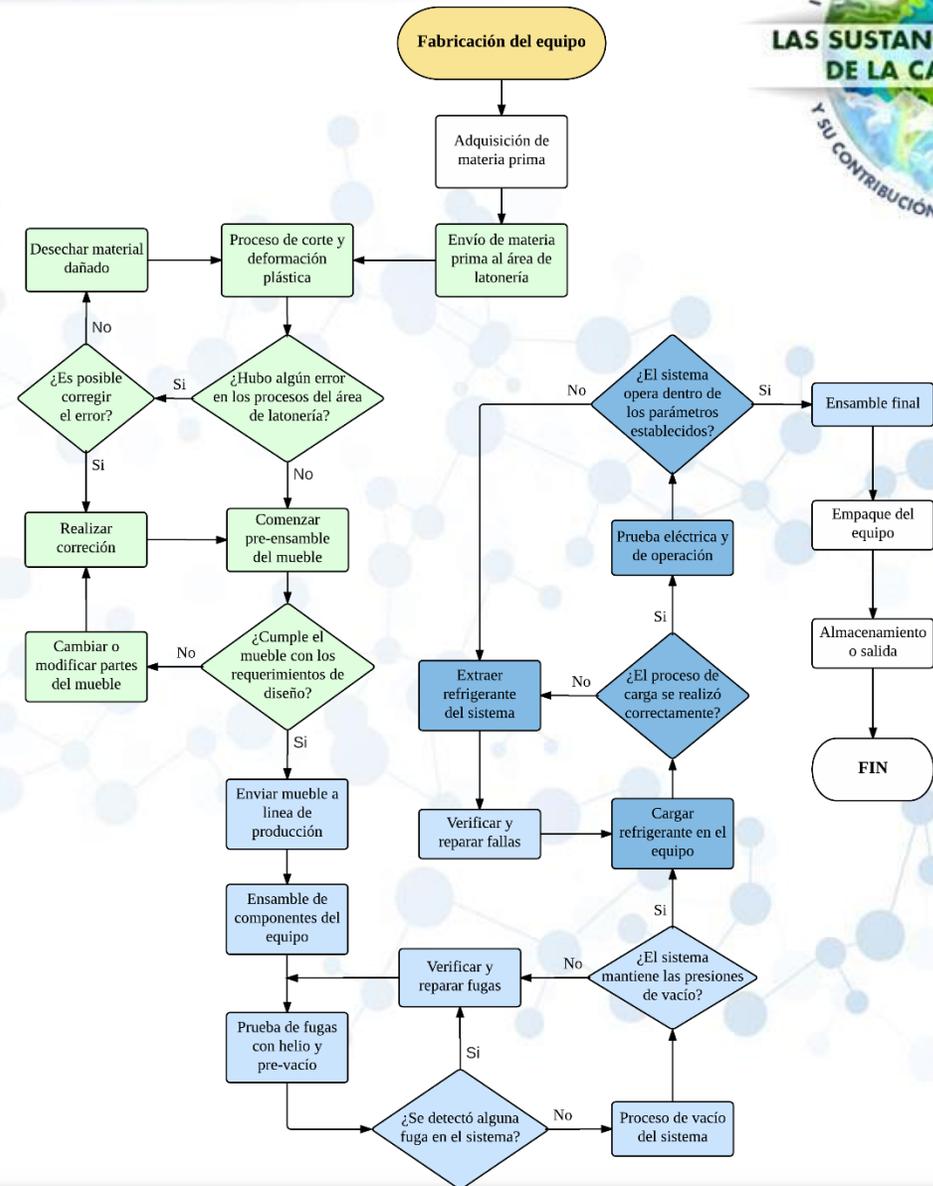
Línea de producción para equipos de AA con HC



Bajo riesgo – Sin medidas adicionales

Alto riesgo – Es necesario tomar medidas adicionales

Bajo riesgo – Sin medidas adicionales



Línea de producción para equipos de AA con HC

Diseños preliminares

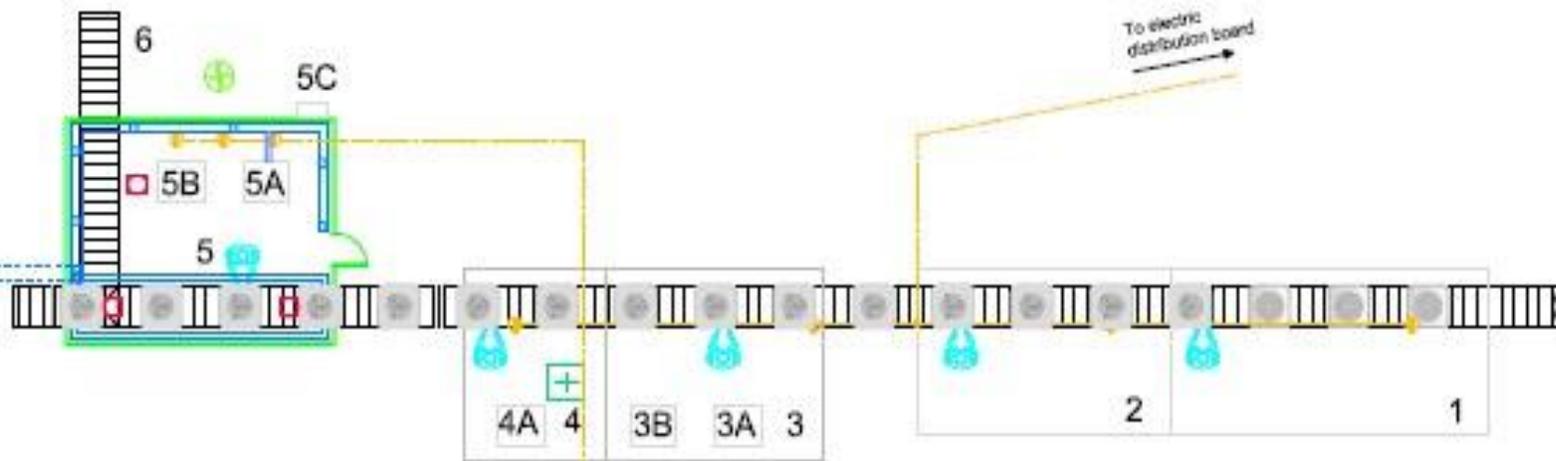


PAINTING AREA

To electric distribution board

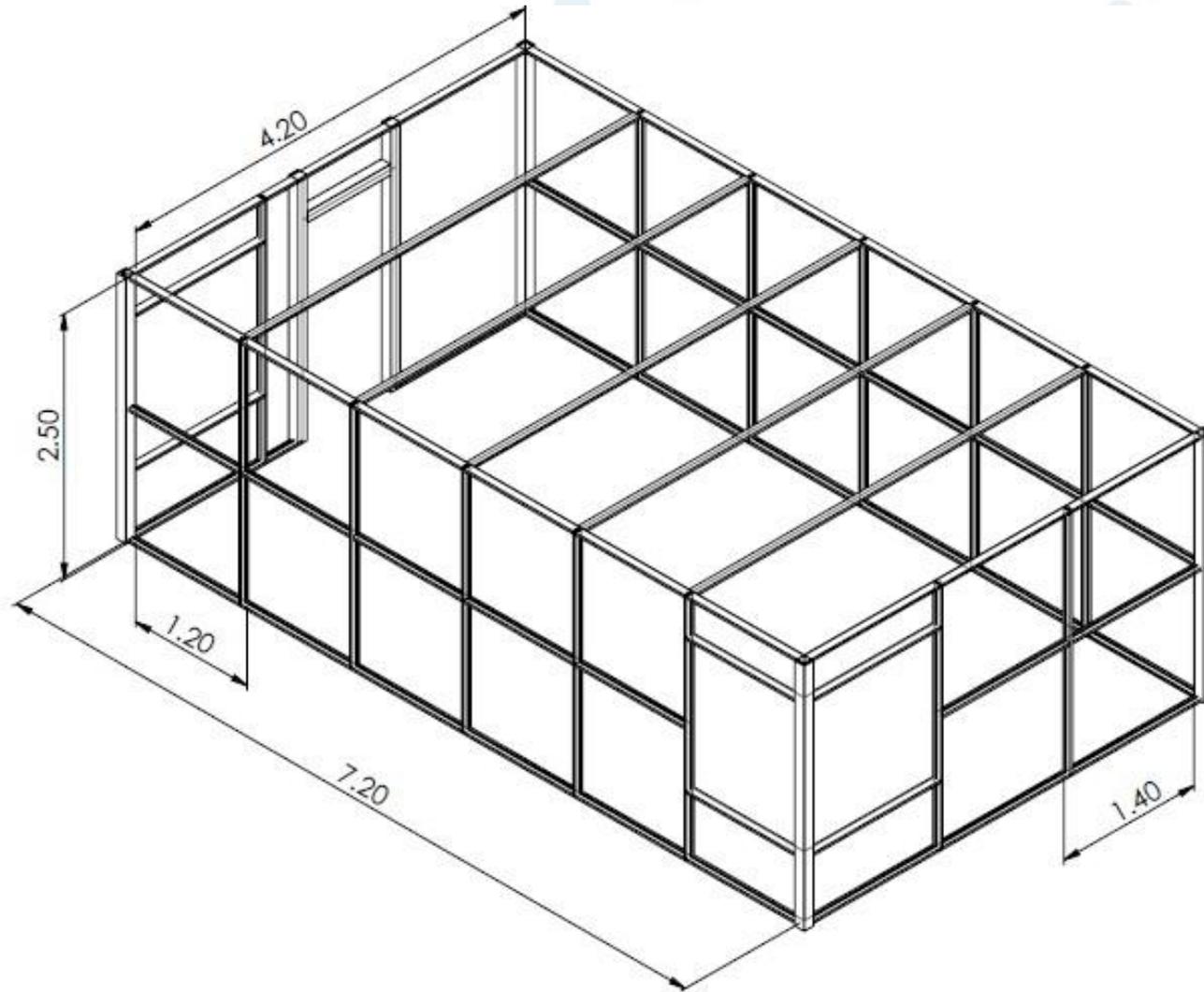


PRODUCTION LINE FOR R-290 AA EQUIPMENT



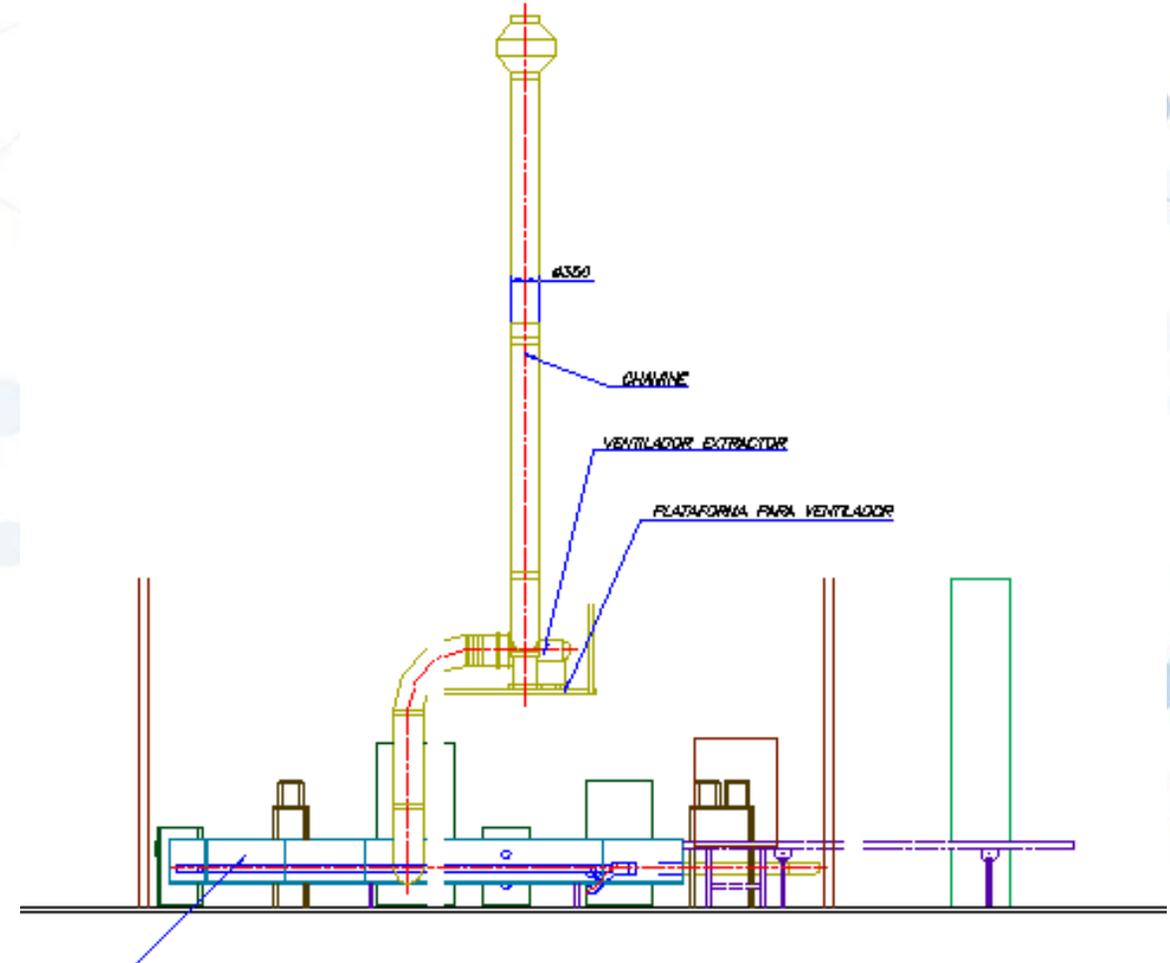
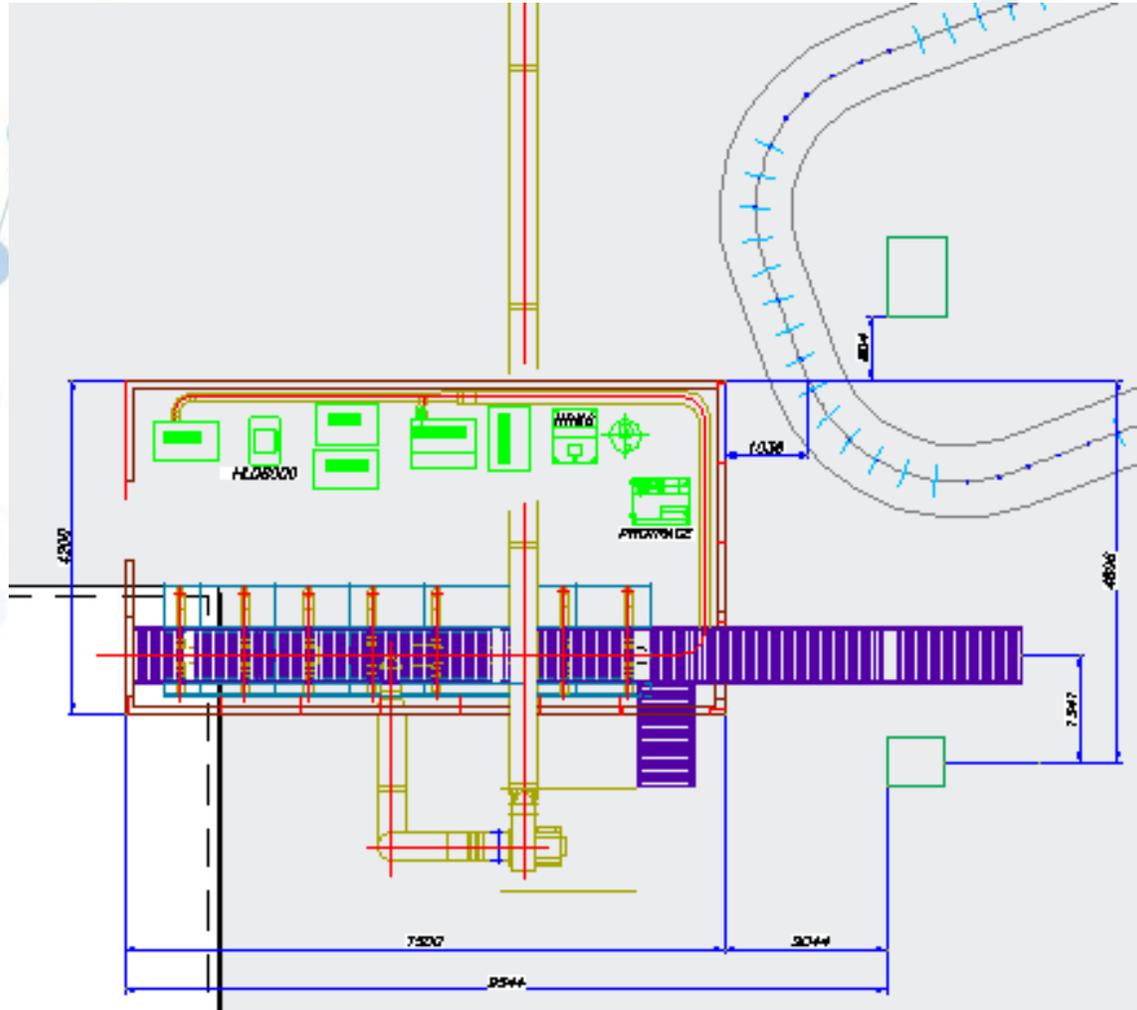
Línea de producción para equipos de AA con HC

Diseños preliminares

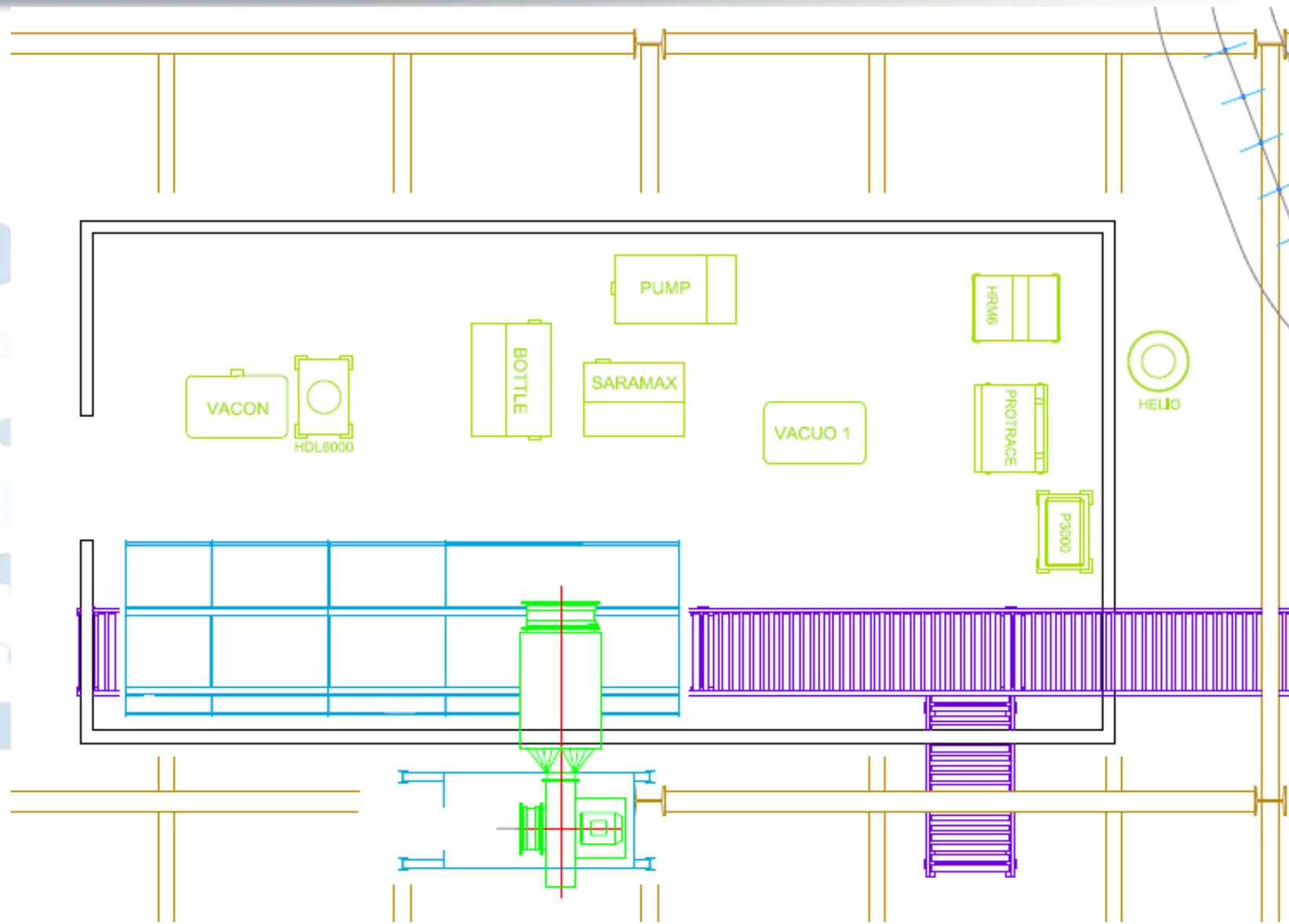


Línea de producción para equipos de AA con HC

Diseños preliminares



Línea de producción para equipos de AA con HC



Línea de producción para equipos de AA con HC

Adecuaciones a línea de producción



Línea de producción para equipos de AA con HC

Adecuaciones a línea de producción



Línea de producción para equipos de AA con HC

Adecuaciones a línea de producción



Línea de producción para equipos de AA con HC

Adecuaciones a línea de producción



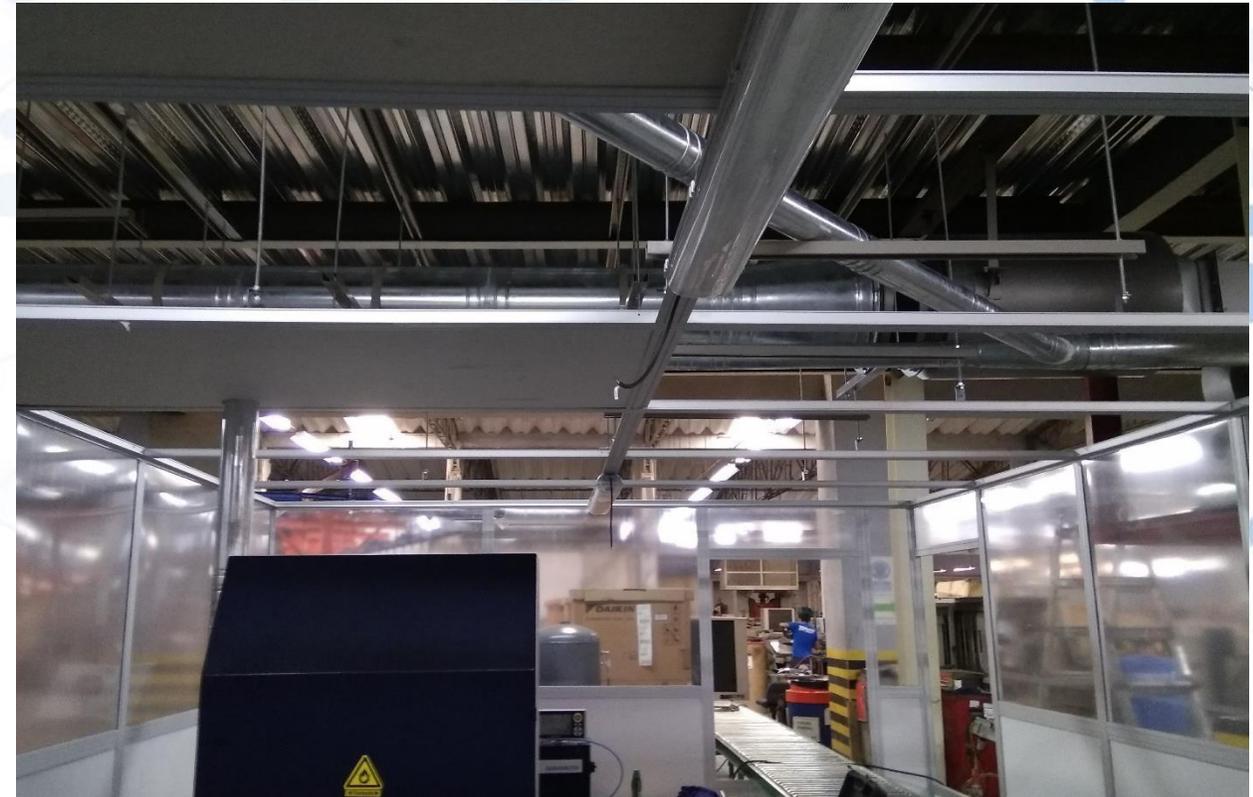
Línea de producción para equipos de AA con HC

Adecuaciones a línea de producción



Línea de producción para equipos de AA con HC

Adecuaciones a línea de producción



Línea de producción para equipos de AA con HC

Adecuaciones a línea de producción



Prototipos para operación con HC



Condensing Unit



Air Handling Unit

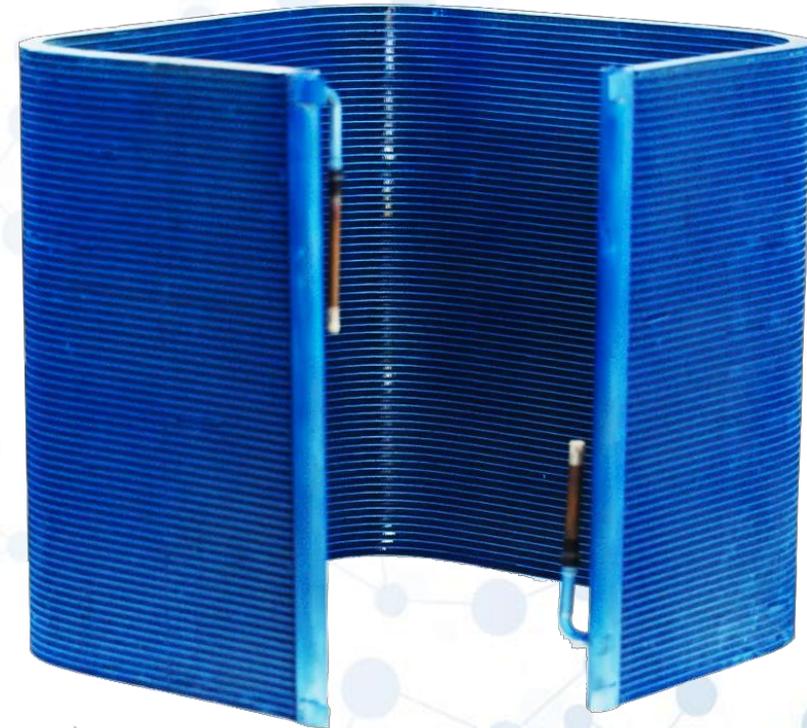


Package/Rooftop Unit

Prototipos para operación con HC

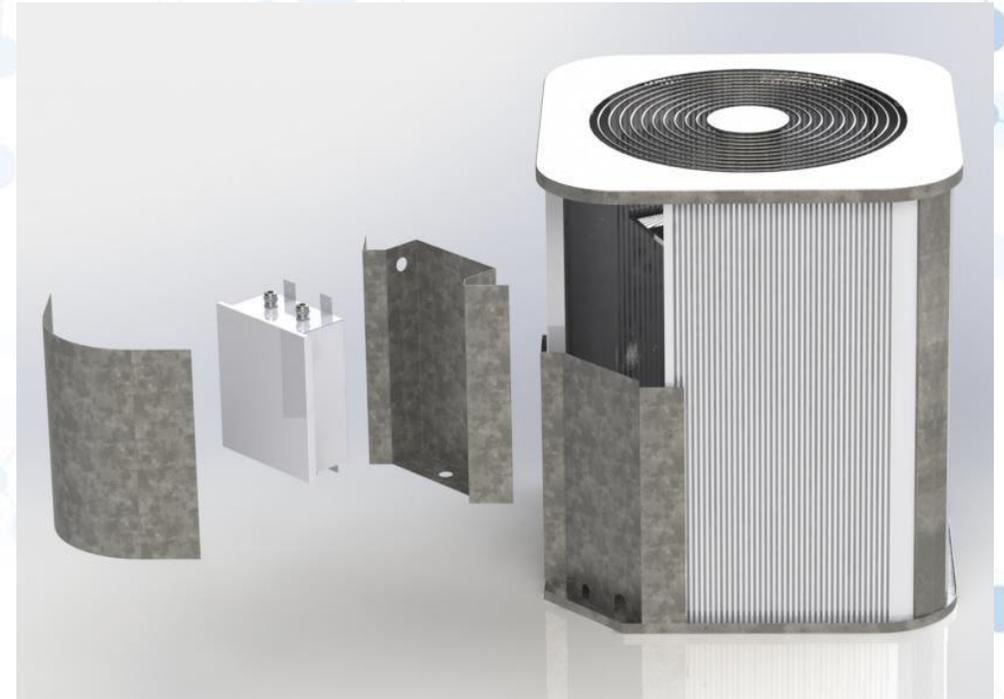
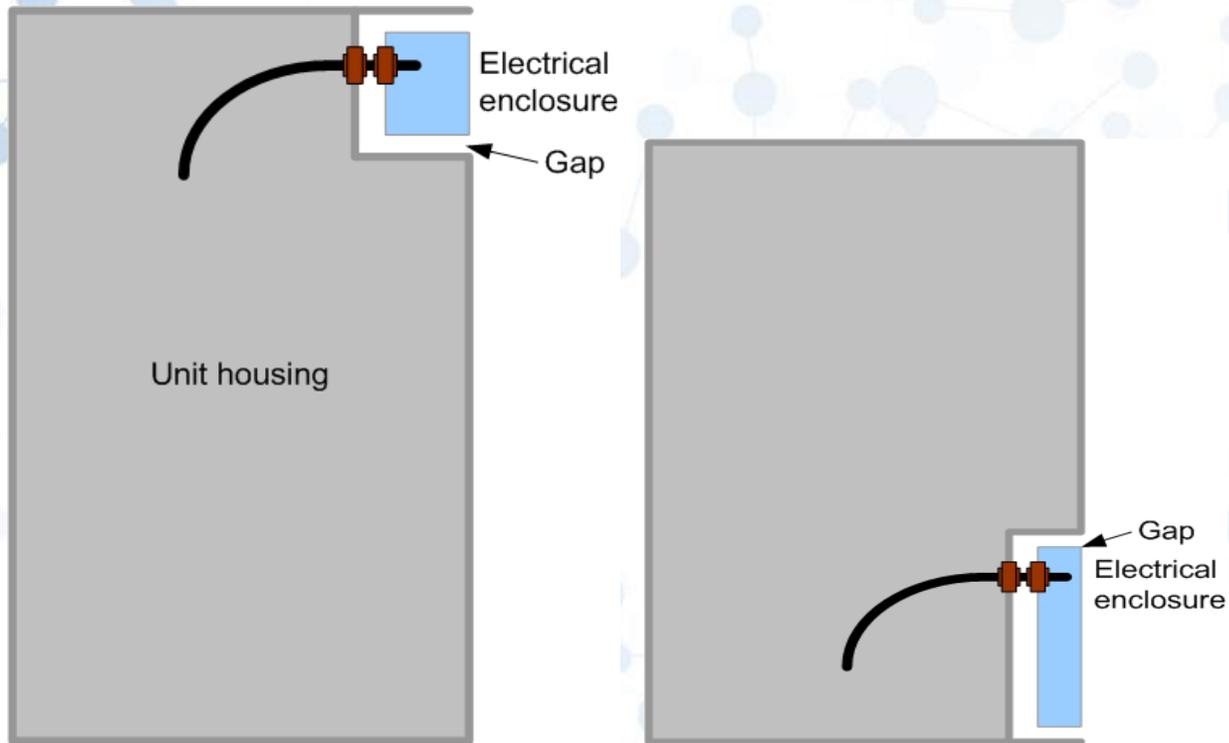


Serpentín Tubo cobre / aleta aluminio
Condensador/Evaporador
Tubos 3/8" (9.52 mm) & 5/16" (7.94 mm) O.D.



Intercambiador de calor Microchannel
Condensador
Tubo plano 1"

Prototipos para operación con HC



Esquema de diseño para separación entre áreas de posibles concentraciones de refrigerante y aquellas áreas de potenciales fuentes de ignición.

Prototipos para operación con HC



PARAMETERS	R410A CENTRAL SPLIT (3/8" CUPPER TUBES)	R290 CENTRAL SPLIT (5/16" CUPPER TUBES)	R290 CENTRAL SPLIT (MICROCHANNEL CONDENSER)
Nominal Capacity kW (BTU/h)	17,5 (60000)	17,5 (60000)	17,5 (60000)
Power Supply (V-Ph-Hz)	208/230 – 1 – 60	208/230 – 1 – 60	208/230 – 1 – 60
Refrigerant charge (g)	2080	1035	925
Supply Air Temp. (°F)	54	56,5	55
Return Air Temp. (°F)	70	71	71,4
Low pressure (PSIG)	135	65	64
High pressure (PSIG)	370	215	205
Operating Current (A)	23,3	21,0	19,9
Ambient temp. (°F)	92	90	91
Power input (W)	5126	4698	4334

Prototipos para operación con HC

Visita técnica – Consultor internacional



Proposito

- Identificar cuanto refrigerante puede fugarse del Sistema bajo cada modo de operación
- Obtener tasas de fugas promedio aproximadas para las mediciones de concentración
- Tener datos reales para la evaluación de riesgos

Arreglo y equipos

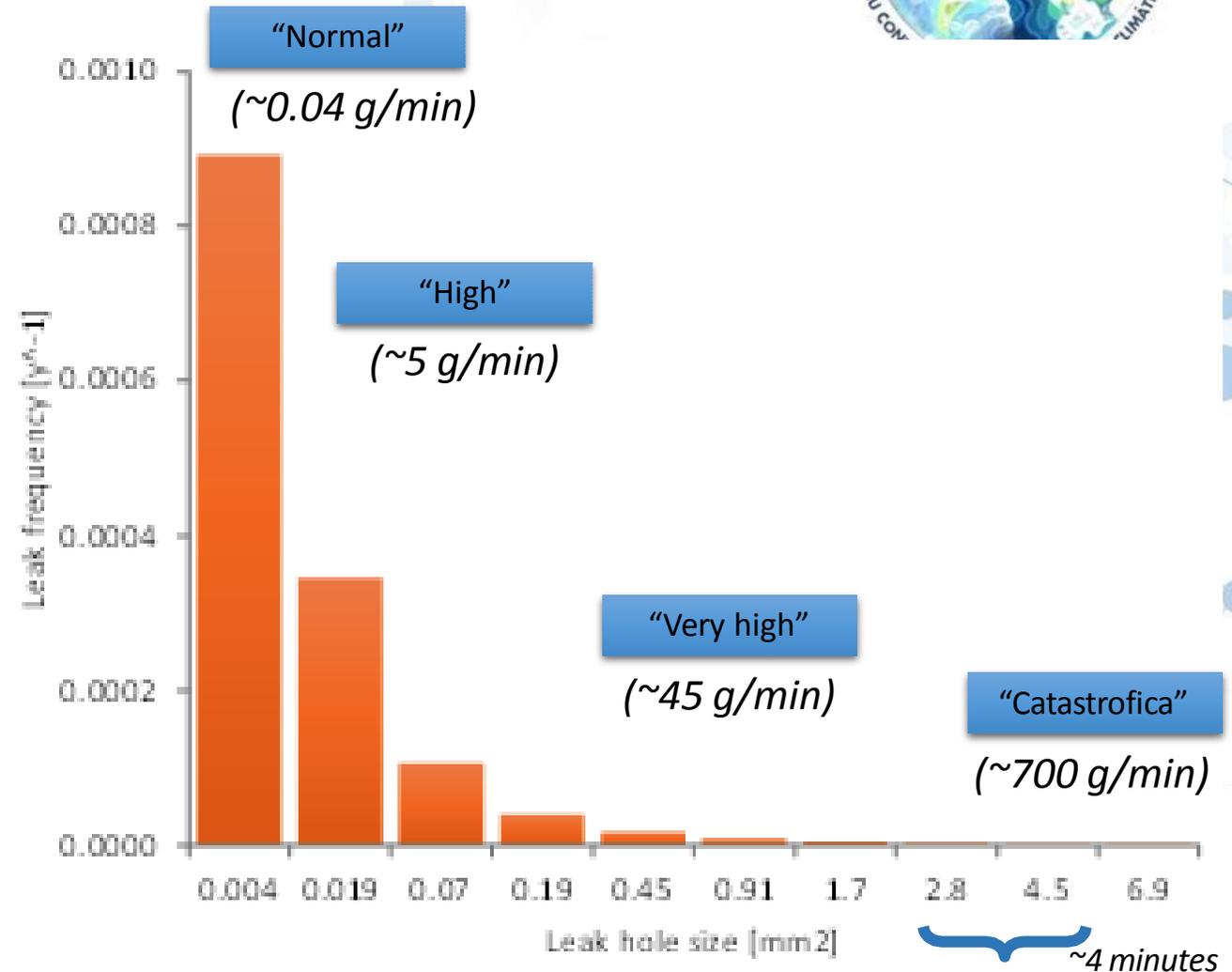
- Varios casos examinados
- Paquete/rooftop y split central
- Instrumentación:
 - Transductores de presión (manifold set)
 - Bolsas de almacenamiento
 - Balanza electronica
 - Sensores de concentración LEL.



Prototipos para operación con HC

Visita técnica – Consultor internacional

- Para la discusión del riesgo de inflamabilidad, el tamaño del agujero de fuga y la tasa de desarrollo son fundamentales
- Tiene influencia fundamental tanto en la probabilidad de ignición como en la severidad de la consecuencia
- Cualquier tamaño de fuga (incluso la ruptura de diámetro completo) es posible



Prototipos para operación con HC

Test no	Location	Mode	Charged (g)	Leaked mass (g)	total leak mass		leak time (boiling) (min)	Leak rate (boiling) (g/min)
1	low side	On --> off; LLSV closed	1050	250				50
2	high side	Off; remaining	1050	275	525	50%		46
3	low side	On --> off; LLSV closed	1009	395			2.0	56
4	high side	Off; remaining	1009	540	934	93%	0.3	67
5	low side	On --> off; LLSV closed	1050	434			3.4	48
6	high side	Off; remaining	1050	522	957	91%	1.0	52
7	low side	On --> off; LLSV closed and DNRV	1043	327			1.9	30
8	high side	Off; remaining	1043	554	880	84%	1.1	46
9a	low side	On; pump-down 1	1035	40			0.3	3
9b	low side	On; pump-down 2	1035	54			0.4	4
9c	low side	On; pump-down 3	1035	51			0.3	3
10	high side	Off; remaining	1035	767	912	88%	1.6	55
11	low side	Compr on; LPS --> off	1035	537			10.7	36
12	high side	Off; remaining	1035	295	832	80%	0.7	18
13	low side	Compr on; LPS --> off	1120	522			2.8	31
14	high side	Off; remaining	1120	554	1076	96%	2.5	31
15a	low side	Compr on; LPS --> off	1120	557			4.2	29
15b	low side	Off	1120	114			0.6	6
16	high side	Off; remaining	1120	324	994	89%	0.9	15
17a	low side	On; pump-down 1	1400	236			0.9	11
17b	low side	On; pump-down 2	1400	142			0.5	6
17c	low side	On; pump-down 3	1400	97			0.4	4
18	high side	Off; remaining	1400	892	1366	98%	2.7	36



Prototipos para operación con HC

Visita técnica – Consultor internacional



AC type	Split		Packaged	
	Ducted return	Open return	Return duct ceiling level	Return duct floor level
Duct configuration				
Airflow on	All Conc << LFL	All Conc << LFL	All Conc << LFL	All Conc << LFL

Se puede observar que las concentraciones de las posibles fugas que se pueden presentar en los ductos al interior del recinto están por debajo de los límites inferiores de inflamabilidad.

Prototipos para operación con HC

Conclusiones primera visita técnica para evaluación de riesgos



- Durante la operación normal del sistema (Blower-On) todos los niveles de concentración \ll LEL, bajo todas las condiciones de fuga
- Se implementaron medidas adicionales para las condiciones de fuga durante el modo Blower-Off (Sistema de cheque, valvulas solenoids, recolección de refrigerante en Unidad Exterior)
- Los arreglos de ducteria de retorno deben ser analizados para implementar medidas de mitigación referente a concentración de refrigerante. (En la mayoría de los casos son aceptables)
- La distribución de refrigerante en el recinto no excede LEL bajo la condición Blower-On (Incluso descargando la totalidad de refrigerante $\sim 1000g$)

Conclusiones

- Se evidencian resultados satisfactorios en el proceso de diseño de prototipos para hidrocarburo, de acuerdo a la evaluación realizada por el consultor experto.
- Se están llevando a cabo las etapas I y II del proyecto de acuerdo a lo establecido en el plan de desarrollo.
- Los resultados arrojados hasta el momento son positivos, las simulaciones y las pruebas han demostrado el uso seguro de este refrigerante natural como opción de bajo GWP.
- Se espera complementar las fases anteriores con la auditoría de seguridad de la nueva línea de fabricación y fase relacionada a la formación y capacitación de los operadores o técnicos con respecto al manejo seguro de hidrocarburos.





Gracias por
su
atención