

La mejora en el proceso de fabricación de air handlers mediante la metodología six sigma

The improvement in the air handlers manufacturing process throught the six
sigma methodology.

Ricardo Noé Garza González ¹
Víctor Ramírez Montemayor ²
Ezequiel Roberto Rodríguez Ramos ³
Juan Diego Guerrero Villegas ⁴

RESUMEN

En un mundo en el cual existe una mayor competencia a diario en el mercado de los air handlers, el tiempo de fabricación en los mismos se ha vuelto un factor determinante para mantenerse competitivo en el mercado, esto debido a que para la fabricación de unidades estándar hoy en día se maneja un tiempo estimado de fabricación de 28 semanas, las cuales se toman como una meta en el ámbito operativo y así mismo un indicador vital en el aspecto de la capacidad de respuesta y competitividad en la industria de este ramo. Es por esto que, como objeto de estudio, se analizara una empresa que en la actualidad opera con un tiempo de fabricación de 52 semanas, generando una brecha operativa de desventaja en comparativa con las demás empresas que manejan un estimado de 28 semanas en su proceso de producción, se empleará la metodología six sigma para analizar los posibles cambios que se pueden generar con la implementación de la misma.

PALABRAS CLAVES: Six Sigma, Air Handlers, Fabricación, Empresas, Indicadores.

Fecha de recepción: 04 de noviembre, 2024.

Fecha de aceptación: 03 de abril, 2025.

¹PTC. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica UANL. ricardo.garzagl@uanl.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0001-8124-0801>

²PTC. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica UANL. victor.ramirezmnt@uanl.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0006-5939-2864>

³PTC. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica UANL. ezequiel.rodriguezrm@uanl.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0009-2581-0353>

⁴PTC. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica UANL. iguerrerov@uanl.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0005-5030-4955>

La mejora en el proceso de fabricación de air handlers mediante la metodología six sigma

ABSTRACT

In a world in which there is greater competition on a daily basis in the air handler market, manufacturing time has become a determining factor to remain competitive in the market, this is because for the manufacture of standard units Today, an estimated manufacturing time of 28 weeks is used, which is taken as a goal in the operational field and also a vital indicator in the aspect of response capacity and competitiveness in the industry of this branch. This is why, as an object of study, a company that currently operates with a manufacturing time of 52 weeks will be analyzed, generating an operational gap of disadvantage compared to other companies that manage an estimated 28 weeks in their manufacturing process. production, the six sigma methodology will be used to analyze the possible changes that can be generated with its implementation.

KEYWORDS: Six Sigma, Air Handlers, Manufacturing, Companies, Indicators

INTRODUCCIÓN

Se llevará a cabo el análisis de una empresa la cual cuenta con una gran experiencia y una sólida capacidad productiva, pero en la actualidad presenta un tiempo de fabricación en sus Air Handlers de 52 semanas, teniendo así una clara desventaja frente a sus competidores, los cuales presentan un tiempo de fabricación aproximado a las 28 semanas, y el cual se ha tomado como un tiempo estándar en la fabricación de los mismos modelos. Se busca comprender las causas que dan origen a esta demora en el proceso, llevando un análisis de prácticas y procesos internos, los cuales pudieran estar asociados de manera directa a la demora en el proceso de fabricación de los Air Handlers, una vez identificadas las causas, se busca emplear la metodología "Six Sigma" en las áreas de oportunidad encontradas para hacer que el tiempo de proceso baje considerablemente y a la vez, se mejore la capacidad de respuesta, así como una mejora en los costos del producto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un sector altamente competitivo en el ramo de los Air Handlers, el tiempo de fabricación en los mismos juega un papel crucial en el mercado. En promedio la fabricación de un Air Handler se tarda 28 semanas, la empresa a la que hacemos referencia en este artículo maneja un tiempo de 52 semanas en su proceso de fabricación, provocando de esta manera una brecha operativa, la cual representa a su vez una amenaza directa a su posición competitiva en el mercado.

El problema puede identificarse como un problema multidimensional, el cual afecta la capacidad de la empresa para poder cumplir en el mercado en tiempo y forma, es importante mencionar que los tiempos de fabricación comprometen las capacidades de la empresa para poder competir en términos de costos y flexibilidad. El impacto financiero se observa de manera directa, el cual esta aunado al aumento de costos operativos, una gestión de inventario que cada vez es más compleja y una capacidad menor para poder responder a las distintas dinámicas del mercado. Por lo que podemos concluir que el objetivo general en esta ocasión se basa en la resolución de abordar las causas subyacentes de la disparidad en los tiempos de fabricación de los sistemas Air Handlers y a la vez garantizar que sea un proceso sustentable en un entorno en el que la evolución es constante.

Dentro de los objetivos generales se puede mencionar que se busca crear un análisis, así como identificar y proponer estrategias efectivas las cuales sean de ayuda para la reducción del tiempo en la fabricación de los Air Handlers en la empresa que es objeto de estudio, para que de esta manera se pueda mejorar la competitividad en el mercado, así como los costos operativos.



La mejora en el proceso de fabricación de air handlers mediante la metodología six sigma

Por otro lado al hablar de los objetivos específicos podemos mencionar que se busca realizar un análisis detallado para identificar las causas fundamentales de la brecha en los tiempos de desarrollo de la empresa, así también otro de los objetivos específicos que se tienen en cuenta es el de la implementación de actividades de mejora continua, en donde podemos incluir metodologías como el Six Sigma, como también se hizo mención uno de los factores que se veía afectado de manera directa era el sobre costo, es por esto que dentro de los objetivos específicos también se busca establecer un sistema de seguimiento para el control de distintos métricos financieros, los cuales nos ayudaran en la gestión proactiva de las variaciones de costos y precios en el mercado.

JUSTIFICACIÓN

En la industria de los Air Handlers se ha visto una evolución en las últimas décadas, en donde se pueden apreciar avances en su tecnología, un aumento en la demanda de sistemas de climatización más eficientes y cambios en las regulaciones ambientales, ante estos factores la evolución en el tiempo de fabricación es un factor crítico que define la capacidad de las empresas para ser competitivas y poder así responder a las necesidades del mercado.

El tiempo estándar que se maneja para la fabricación de una unidad estándar mediana en la industria de climatización es de 28 semanas, lo cual representa un punto de referencia para cumplir con los plazos de entrega a los clientes. La empresa en estudio de este artículo opera actualmente con un tiempo de fabricación de 52 semanas para una unidad comparable, por lo que esta diferencia de 24 semanas revela una diferencia operativa considerable, lo que nos genera diversas interrogantes sobre las prácticas y los procesos internos causantes de esta demora significativa. Comprender las razones y causas de esta disparidad en el tiempo de fabricación es una tarea crucial para la empresa debido a que la demora afecta la capacidad de respuesta a las demandas del mercado y se ve amenazada la competitividad en términos de costos y flexibilidad.

En este artículo no solo se busca encontrar la disparidad en los tiempos de fabricación, sino que también se busca contribuir al conocimiento de la industria con prácticas optimas y estrategias efectivas en la fabricación de Air Handlers.

METODOLOGÍA

El tipo investigación que se emplea es mixto, ya que en consideración a su enfoque se debe de emplear la aplicación de conocimientos teóricos y prácticos para la resolución del problema planteado con anterioridad en donde se busca dar solución al proceso de fabricación de los Air Handlers mediante la aplicación de principios y metodologías de mejora continua.

A través de un modelo de gestión el cual nos ayudara en la identificación de los elementos principales, para de esta manera alcanzar el objetivo específico de la producción, viéndose reflejado en un buen servicio al cliente con reducción en los tiempos de entrega, teniendo interrelaciones y dependencias cuyas funciones se centran en coordinar los elementos de manera integral, identificando al mismo tiempo las herramientas estratégicas que nos ayudaran para una gestión efectiva, basándonos en 4 practicas principales, las cuales son;

- **Estrategia:** en este apartado la clave del éxito reside en que la empresa mantenga un enfoque constante en sus diversas estrategias de negocio, en donde la estrategia no solo busca el desarrollo central del negocio, sino que también se esfuerza por tener un crecimiento continuo, este punto se considera el pilar fundamental para un éxito a largo plazo.



La mejora en el proceso de fabricación de air handlers mediante la metodología six sigma

- **Ejecución:** Cuando hablamos de ejecución se debe tomar en cuenta el cumplimiento de los objetivos establecidos y de la misma manera superar dichos objetivos, este componente de modelo se centra en la implementación efectiva de las estrategias, así como el logro de los resultados planificados
- **Cultura:** al llegar a este punto nos damos cuenta, de que la creación de una cultura orientada al rendimiento es de suma importancia, ya que esta cultura valora el desempeño excepcional de mejor manera que cualquier otra opción promoviendo de esta manera un ambiente en donde se fomente y se realice una distinción por el buen rendimiento, así mismo es importante tener el valor de enfrentar a aquellos que no cumplen o aportan con los estándares de excelencia.
- **Estructura:** se recomienda la adquisición de una buena estructura organizativa horizontal, ya que de esta manera se logra trabajar con una mayor rapidez y flexibilidad, esta estructura influye en la realización de una operación rápida y sencilla en todas las facetas de la organización al verse reducida de una manera significativa la burocracia y simplificar los procesos de trabajo.

Para entender de una mejor manera como se aplican los puntos antes mencionados, podemos observar la imagen, donde se muestra el diagrama de los puntos antes mencionados (figura 1).

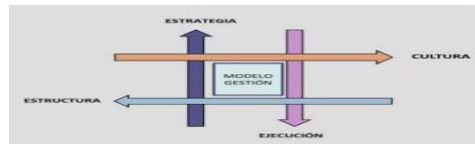


Figura 1 “Cuatro practicas principales para un modelo de gestión”

Fuente: Elaboración propia en base científica y práctica

El estudio se centra en el proceso de optimización de manufactura de los Air Handlers, en donde se podrán observar 4 líneas de ejecución (orden, liberación a producción, producción y por último la integración) teniendo como objetivo principal la identificación de distintas áreas de mejora, puntos críticos y áreas de oportunidad para optimizar la eficiencia y la calidad del proceso en su totalidad, una vez identificados los factores que influyen en dichos procesos se deberá de aplicar la metodología seleccionada para el mejoramiento en la eficiencia del proceso de fabricación de los Air Handlers.

En cada una de las líneas de ejecución (orden, liberación a producción, producción y por último la integración) se deberán de recopilar datos relevantes, estos datos recopilados se combinaran con el uso de un Value Stream Map, para poder visualizar de una mejor manera y poder así comprender el flujo de trabajo y la eficiencia de cada proceso, el seguimiento diario nos ayudara en la identificación de cualquier problema o área de oportunidad en el desempeño del proceso, dentro de los datos recopilados podremos encontrar tiempos de ciclo, tiempos de espera, tamaños de lotes, defectos entre otros indicadores de importancia.

Con la información obtenida del seguimiento diario, así como un análisis del Value Stream Map, podremos con mayor facilidad establecer algunos indicadores que nos sean de ayuda para evaluar la eficiencia, calidad y productividad en cada etapa, sirviendo, así como base para la toma de decisiones y para la implementación de mejoras continuas en el proceso de fabricación de Air Handlers, con base en la información de áreas recopiladas, se diseñó un Value Stream Map a futuro, el cual representa el flujo de trabajo optimizado en el cual se han identificado y reducido los tiempos en cada proceso que manejaba un área de oportunidad. Las mejoras propuestas en el Value Stream Map se centra en el aumento de la eficiencia y la reducción de tiempos de ciclo en todas las etapas del proceso de fabricación de Air Handlers, en donde se pueden incluir actividades que no agregan valor, así como la optimización de flujos de trabajo, la reducción en tiempos de espera y la

La mejora en el proceso de fabricación de air handlers mediante la metodología six sigma

implementación de prácticas más eficientes, con el diseño del Value Stream Map se busca tener una referencia de cómo se espera que funcione el proceso una vez que se implementaron las mejoras propuestas, así mismo nos ayudara para evaluar un impacto en las mejoras de eficiencia y calidad en el proceso de fabricación de Air Handlers.

En el paso 1 del proceso se comienza con la ejecución del proyecto en donde nos apoyamos con la elaboración de un mapa de flujo (figura 2) del proceso que se lleva en la actualidad para poder identificar el orden del proceso de elaboración de Air Handlers y tener un punto de partida, para la comparativa de resultados una vez aplicado el proceso.

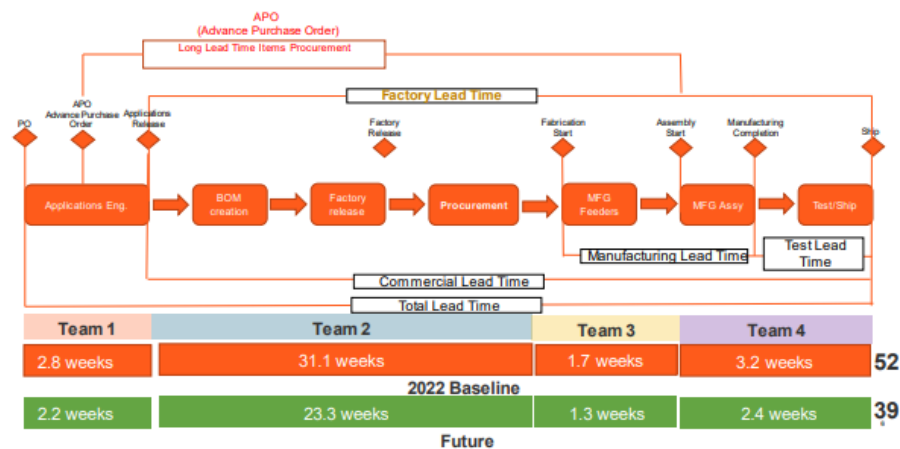


Figura 2 Mapa de flujo de proceso actual

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se creó el mapa de flujo actual se pudieron determinar los tiempos de proceso actuales, de cada paso del proceso, en donde se planteó tener una mejora del 25% en términos relacionados con el tiempo de fabricación, trazando así una meta de producción de Air Handlers en un periodo máximo de 39 semanas, siendo este tiempo el objetivo a alcanzar y teniendo un gran avance significativo en caso de que se llegue a cumplir esta meta, para una representación más grafica de lo antes mencionado se realiza un mapa flujo actual en donde se proyectan las metas a alcanzar (figura 3).

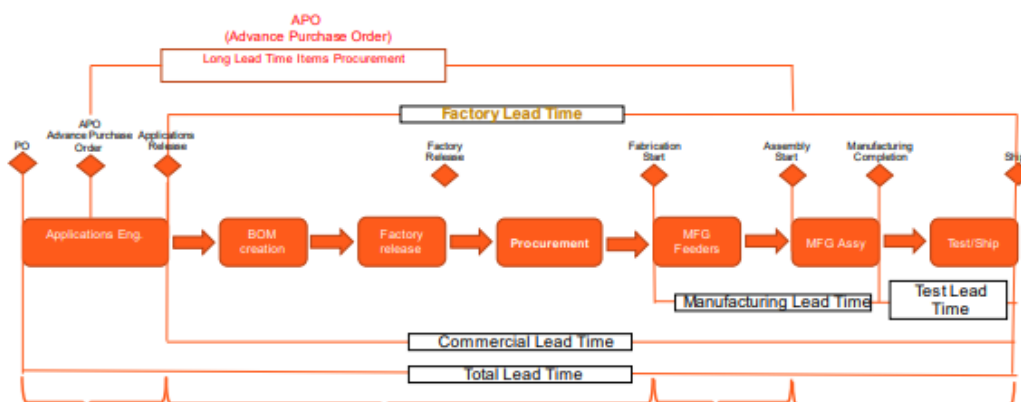


Figura 3 Mapa de flujo de proceso actual con la proyección de mejoras en tiempo de elaboración de Air Handlers en un periodo de 39 semanas

La mejora en el proceso de fabricación de air handlers mediante la metodología six sigma

Una vez que se realizó un análisis del proceso y se identificaron los puntos clave del mismo, así como los tiempos muertos que afectan en el proceso, se parte con las ideas de mejora, teniendo así 9 actividades principales, las cuales son necesarias en cada etapa del proceso, estas etapas son las siguientes; Order entry, Mechanical Diagram, Electrical Diagram, Creación de submittal, revisión para liberación, solicitud de modificaciones o actualizaciones, modificación del diagrama mecánico, modificación del diagrama eléctrico y la liberación a producción. Para entender de una mejor manera las etapas antes mencionadas se crea un Value Stream Map el cual podemos observar en la figura (figura 4).

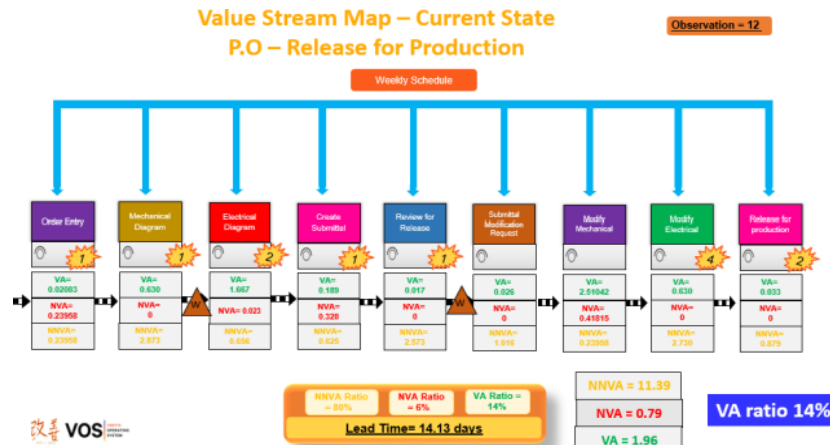


Figura 4 Mapa de relación de las áreas de producción

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Durante los procesos aplicados se pudieron observar e identificar las distintas áreas de oportunidad que se presentaron dentro de la empresa antes mencionada basándonos en un proceso de análisis detallado como se pudo observar en los mapas de valor que se mostraron anteriormente. Se observa que, en las líneas de producción, así como en otras áreas se debe implementar una mejora para la optimización de la productividad.

Con los datos recolectados se pudieron identificar cuatro aspectos importantes, los cuales generan el mayor punto de ineficiencia en la producción de los Air Handlers, el primer punto que se identificó es el de la materia prima, ya que cuando se realiza el corte de la misma para la elaboración del producto, en donde se pudo observar que el proceso es lento, debido a que se lleva a cabo de manera personal por un operario el cual realiza el corte mediante una tijera para lamina y un flexómetro llegando a un punto en donde los errores pueden aparecer debido a la alta tasa de error que se puede suscitar. Esto va de la mano del segundo punto que se encontró, el cual hace referencia a la calibración de la máquina con que se cortan las piezas, la cual tiene que ajustarse cada vez que se hace un cambio en el calibre del material, ya que se trabaja con distintos calibres de materia prima, en este aspecto se relaciona el tercer punto clave identificado, el cual está relacionado con la manipulación de las máquinas de corte antes mencionadas, esto debido a que los operarios no cuentan con la capacitación suficiente en el ramo y comenten diversos en la puesta de los equipos antes mencionados.

Al llegar a los 2 puntos finales se pudo dar cuenta que estos también están relacionados con la maquinaria que se utiliza para el corte de las piezas, ya que presentan un nulo mantenimiento, lo que a su vez provoca diversos daños en los mismos equipos, teniendo así diversas fallas técnicas, las cuales se ven reflejadas de manera directa en el proceso de elaboración de los Air Handlers y a su vez en el tiempo de entrega tan distante a las demás compañías.

La mejora en el proceso de fabricación de air handlers mediante la metodología six sigma

Posterior a la detección de las distintas áreas se procede a la aplicación de la metodología Six Sigma, ya que este método es sumamente eficaz en los procesos de productividad, una vez aplicada esta metodología se procede a la recolección de toma de datos de producción en cada una de las estaciones de trabajo para tener un análisis comparativo del antes y el después véase figura (figura 5) de la aplicación de esta metodología y poder observar las mejoras que se obtuvieron.

Elemento de 5-Puntos Haga clic en la celda y luego seleccione de la lista desplegable.	Asunto, Oportunidad, Observación ¿Hay algún problema que esté afectando el flujo de valor o el trabajo? ¿Existe una oportunidad de mejora en alguno de los elementos? ¿Ha notado algo que le gustaría señalar para que lo consideremos más a fondo?	¿Dónde aplica esto? Flujo de Valor, Área, Departamento y/o Ubicación	Tu Nombre (o quién proporcionó la información)	Otras Notas
Strategy	Provide appropriate market opportunities information to factory to feasible planning activities	Sales/Manufacturing/Materials/Offering	Commercial Team	
Strategy	ETO-C project implementation for key projects follow up	SALES/Offering	Commercial Team	
Strategy	Bring new customers	SALES/Offering	Commercial Team	
Strategy	Training sales force team to bring new customer's on C&I	SALES/Offering	Commercial Team	
Strategy	Reengage customer's C&I business	SALES/Offering	Commercial Team	
Systems and Processes	Planning is not providing a confirmed ship date within 48 hours	Planning	Commercial Team	
Systems and Processes	Better define sizing and complexity of job units for lead time tool	Manufacturing	Commercial Team	
Systems and Processes	Initiate APO process or amend current procurement process. Procure immediately after release of	Procurement	Commercial Team	BOM is ready avg 1 week after app release
Systems and Processes	Standardization of components availability on VTD (Less CDQ's)	MIS/Plant Engineering/AE	Commercial Team	
Systems and Processes	Enforced pricing validity for CDQ components. Add a disclaimer to price report for CDQ pricing validity	Procurement	Commercial Team	
Systems and Processes	Improve CDQ descriptions (uniform special notes, identify location)	AE	Commercial Team	
Systems and Processes	Price validation of std material cost every 6 months	Procurement/Finance	Commercial Team	
Systems and Processes	Proper communication channels and tools for our products C&I (expand the offer)	Offering	Commercial Team	
People Capability	Communication process training	AE/SAE/Sales	Commercial Team	
People Capability	Customer communications with Vertiv is inefficient	PM	Commercial Team	

Figura 5 Recolección de datos comparativos antes de la aplicación de la metodología Six Sigma

Fuente Elaboración propia

Al analizar las distintas tablas, se pudo observar que se tuvo una mejoría en los procesos, así como en los tiempos de producción de Air Handlers, llegando a la meta que se tenía trazada, la cual era de 28 semanas en promedio.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Se llegó a la conclusión de que la capacitación al personal operativo juega un papel trascendental en el buen funcionamiento de la empresa que en este caso se especializa en la fabricación de Air Handlers, ya que se pudo observar que, por falta de la misma capacitación a este personal, se tenía una afectación en todo el sistema de elaboración y por ende en el tiempo de entrega viéndose afectado así los ingresos a la empresa y un bajo rendimiento en el mercado de los Air Handlers.

Una vez aplicada la metodología Six Sigma, se pudo apreciar una mejora en los aspectos de orden, limpieza, estandarización, clasificación y disciplina, tomando en cuenta que estos elementos antes mencionados son de suma importancia para el buen funcionamiento de cualquier proceso, esto se puede comprobar debido a que hubo una gran mejoría en el proceso de productividad, afectando de manera positiva a los demás procesos. Con esto se demuestra que la aplicación de la metodología Six Sigma, si causo una relevancia en la meta establecida en un inicio, la cual tenía como objetivo principal la disminución en el proceso de elaboración y entrega de los Air Handlers que se producen en la empresa.

Para tener una mejor referencia de lo que se menciona con anterioridad podemos observar la siguiente tabla (tabla 1) en donde se aprecia de mejor manera, como hubo un cambio considerable en los tiempos de producción de los Air Handlers.

La mejora en el proceso de fabricación de air handlers mediante la metodología six sigma

Tabla 1 Comparativa de tiempos antes y después de la aplicación de la metodología Six Sigma en el proceso de elaboración de Air Handlers

Operaciones	VA min	VNA min	VA hrs	VNA hrs	TC hrs
1. Recibir la base	0	145	0.00	2.42	2.42
2. Componentes principales	86	454	1.43	7.57	9.00
3. Ensamble de paneles	103	156	1.72	2.60	4.32
4. Instalación de Coil panel y removible	40	415	0.67	6.92	7.58
5. Ensamble de paneles face 2	84	113	1.40	1.88	3.28
6. Ensamble de ángulos perimetrales	110	60	1.83	1.00	2.83
7. Instalación de roof	120	607	2.00	10.12	12.12
8. Insulación	105	70	1.75	1.17	2.92
9. Instalación de liners en paneles	150	368	2.50	6.13	8.63
10. Instalación de liners en techo	15	274	0.25	4.57	4.82
11. Instalación de ángulos de detalle pared techo	150	402	2.50	6.70	9.20
12. Instalación de puertas	55	317	0.92	5.28	6.20
13. Instalación de paredes internas	20	235	0.33	3.92	4.25
14. Instalación de racks de filtros	70	452	1.17	7.53	8.70
15. Black off de Coils	65	331	1.08	5.52	6.60
16. Componentes internos	153	507	2.55	8.45	11.00
17. Cajas electricas empotradas	40	135	0.67	2.25	2.92
18. Motorail	124	712	2.07	11.87	13.93
19. Leak test	0	655	0.00	10.92	10.92
20. Liberación de unidad	0	210	0.00	3.50	3.50
21. Inspección de QC	0	120	0.00	2.00	2.00
	VA min	VNA min	T.C	VA min	VNA min
Tiempo en minutos	1490.0	6738.0	8228.0	18%	82%
Tiempo en hrs	24.8	112.3	137.1		
Lead time	1.7	7.9	9.6		

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS

- SECAR. (2019, septiembre 5). Secar Ingenieros S.A. Retrieved from Secar Ingenieros S.A: secarsa.com
- Heriberto, F. J., & Carmenza, L. A. (2014). Lean Six Sigma in small and medium enterprises: a methodological approach. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería
- Graves, A. (2012). What is DMAIC? Six Sigma Daily. Hall, R. W. (2004). "Lean" and the Toyota J. Acosta Flores, Ingeniería de sistemas: un enfoque interdisciplinario. 2a ed., Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM, México: AlfaOmega, 2007, pp. 1-26.
- Cisneros, E. (2015, septiembre 10). Como determinar los CTQ, innovando.net. Retrieved from Innovando.net: <https://innovando.net/las-etapas-que-debemos-seguirpara-determinar-los-ctq/>



La mejora en el proceso de fabricación de air handlers mediante la metodología
six sigma

- Maware, C., & Adetunji, O. (2019). Lean manufacturing implementation in Zimbabwean industries: Impact on operational performance. International Journal of Engineering Business Management
- Kaswan, M. S., & Rathi, R. (2019). Analysis and modeling the enablers of Green Lean Six Sigma implementation using Interpretive Structural Modeling. Journal of Cleaner Production
- Kumar, M., Antony, J. and Douglas, A. (2009), "Does size matter for Six Sigma implementation?", The TQM Journal, Vol. 21 No. 6, pp. 623-635.
<https://doi.org/10.1108/17542730910995882>
- Snee, R. (2010), "Lean Six Sigma – getting better all the time", International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 1 No. 1, pp. 9-29.

