

Desarrollo de Matriz de Complejidad y Mejoras a la Matriz de Destreza para Reducir la Fatiga en el Área Laboral

Joan Ponce Balaguer

Maestría en Manufactura Competitiva

Mentor: José Alberto Morales, Ph.D.

Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas

Universidad Politécnica de Puerto Rico

Abstracto — La fatiga en el área laboral o los riesgos ergonómicos se deben principalmente a la ejecución de una estación de trabajo por un tiempo prolongado sin tener variaciones en las tareas que ejecuta. Los riesgos ergonómicos son la probabilidad de desarrollar un trastorno musculoesquelético debido al tipo e intensidad de actividad física que se realiza en el trabajo [1]. El riesgo al que se expone un trabajador cuando está principalmente en estaciones de alto impacto depende de tres factores: la magnitud del riesgo, la duración y la frecuencia de exposición [2]. Para evitar o disminuir cualquier riesgo musculoesquelético es sumamente necesario realizar un plan de rotación, en el cual el empleado se mueva cada dos a cuatro horas de estación de trabajo. Esto, permitirá disminuir la duración de la exposición de riesgos asociados con los trastornos musculoesqueléticos como lo son: mantenimiento de posturas forzadas, levantamiento de cargas, realización de movimientos repetitivos o exposición a vibraciones.

Términos Claves — Ergonomía, Matriz de Complejidad, Matriz de Destreza, Rotación.

INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo se han llevado a cabo varias acciones para mitigar el impacto en el que empleados se han lastimado y/o lesionado en el área de trabajo. Las acciones realizadas no han tenido el resultado esperado y continuamos casi a diario, realizando reportes de incidencia. Cada vez que un empleado se lastima en el área de trabajo, no tan sólo representa días perdidos para este, sino que también afecta la productividad de la empresa y envuelve altos costos tanto para el patrono como para el empleado.

La mayor parte de los incidentes relacionados a ergonomía se debe principalmente a:

- Movimientos repetitivos por un prologando tiempo.
- Posturas incómodas para realizar la tarea.
- Exceso de fuerza ya sea halando o empujando al momento de instalar algún componente.
- Vibración de las herramientas de torque.

DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las estaciones de trabajo en nuestra industria de manufactura tienen diferentes niveles de complejidad basados en ergonomía. Estos combinan movimientos que recaen sobre las manos y muñecas, los hombros, el cuello y la espalda. El problema se crea, cuando mantenemos un empleado en sus ocho horas de trabajo esforzando el mismo músculo en la misma posición. En la figura 1 se observan algunos de los movimientos repetitivos que requieren un plan de rotación para evitar situaciones de ergonomía.

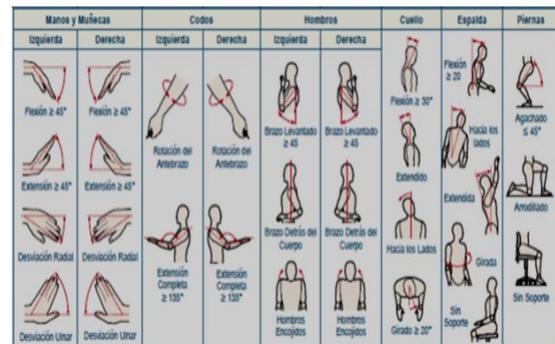


Figura 1

Diagrama de Movimientos Repetitivos que Requieren Rotación

METODOLOGÍA

Lo primero que debemos conocer es cómo funciona cada estación de trabajo haciendo una evaluación de sus posibles riesgos ergonómicos. Esto nos ayudará más adelante a llevar a cabo un plan de rotación. Para realizar esta evaluación se

tomó en consideración los argumentos de los siguientes departamentos:

- los reportes de incidencia provistos por el departamento de enfermería
- la evaluación del departamento de EHS (Environmental Health Safety)
- el criterio de los empleados que ejecutan las estaciones.

Matriz de Complejidad

Una vez recopilada esta información por las personas pertinentes, se procedió a realizar un análisis para asignar un valor a cada estación de trabajo de la siguiente forma: el número 1 asignado a estaciones de bajo impacto, 3 a estaciones de mediano impacto y 5 a estaciones de alto impacto y de esta acción nace nuestra *matriz de complejidad*. Esta tiene como función ser una guía para asignar empleados nuevos a estaciones con un nivel de complejidad bajo y una guía para poder ejecutar rotaciones de empleados adiestrados en las distintas estaciones. Se quiso tomar en consideración los empleados nuevos, ya que nuestra industria la consideramos un área de trabajo pesada por factores como: el ruido excesivo que supera los 85 decibelios, el calor, la incomodidad de los zapatos de seguridad y si a esto le añadimos que en su primer día de trabajo lo vamos a asignar a una estación considerada como un alto nivel de complejidad, vamos a continuar con una baja retención de empleados. Tanto para empleados nuevos como para los ya existentes, se comenzó a usar la siguiente matriz de complejidad:

Estacion	Descripción	Posición	Complexity Level
2_A	Cluster Assy	Assembler	High
2_B	Condenser Motor Assy	Assembler	Medium
2_C	Radiator Assy	Assembler	Low
2_D	Control Box Assy	Assembler	High
2_E	Front Helper	Assembler	Medium
Floater 1.5-2.5	DEET		High
SA Cond Motors _1	Cond Motor 1	Assembler Sub Assy	Medium
SA Cond Motors _2	Cond Motor 2	Assembler Sub Assy	Medium
SA Fan Box _1	Fan Box Sub Assy	Assembler Sub Assy	High
SA Fan Box _2	Fan Box Sub Assy	Assembler Sub Assy	High
3_A	Condenser Curbside Assy	Assembler	Medium
3_B	Fan Outlets / Grilles Assy_CS	Assembler	High
3_C	Fan Outlets / Grilles/Coolant Tank/ Assy_RS	Assembler	High
3_D	Condenser Roadside Assy	Assembler	Medium
SA Coils	CS Condenser	Assembler Sub Assy	Medium
SA Coils	RS Condenser	Assembler Sub Assy	High
SA Coils	Radiator Sub Assy	Assembler Sub Assy	High
Coils Material Prep	Material Prep	Assembler	Low
3.5_A (4A)	Tubes / Lower Shields screws	Assembler	Low
Est 3.5 DEET	Preparación e instalación compresor DEET		High

Figura 2

Sección de la Matriz de Complejidad

En la Figura 2 se puede observar una sección de la matriz de complejidad. La misma contiene la siguiente información:

- Número de estación
- La descripción de la estación
- La posición que debe tener el operador para ejecutar la estación
- La clasificación de la estación en cuanto a al nivel de complejidad.

Las estaciones que están marcadas en rojo y en “high” son estaciones que requieren un gran esfuerzo y dentro de la información que fue provista por enfermería son las estaciones en las que ocurren algún tipo de incidente ocupacional. Cuando hablamos de esfuerzo, por ejemplo si vemos la estación 2ª, el “cluster” es una pieza sumamente pesada que requiere instalarse entre dos personas y por la posición que asume el cuerpo del empleado causa una fuerte molestia en la espalda baja.

Las estaciones en azul denominadas como “medium” requiere un esfuerzo menor al de la considerada como “high”. Si observamos la estación 3ª, no requiere cargar ningún componente, sin embargo la herramienta de trabajo que es un impacto de 30lb/ft tiene un peso moderado, aunque no ha causado ningún tipo de incidente ocupacional la posición para ajustar los tornillos es un tanto incómoda. Sin embargo, es una estación que requiere rotación debido a que su herramienta emite una moderada vibración.

Finalmente, las estaciones marcadas en verde y denominadas como “low”, son las estaciones que requieren bien poco esfuerzo físico y son las que se utilizarán para rotar cada dos horas contra una estación considerada como “high y/o medium”. Cabe recalcar que todos los niveles fueron identificados por colores para tener una visibilidad más rápida de cada estación de trabajo.

La matriz de complejidad tiene la ventaja que está dividida por zona ya que la planta cuenta con siete zonas que alimentan la línea de producción. Al estar dividido, permite tener mejor visibilidad de las rotaciones en cada área. Esta matriz tiene un

fácil acceso para todos los líderes que manejan el personal en cada área. Es una guía fácil y práctica para que puedan ubicar los empleados y rotarlos entre sí.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La resolución de problemas es un proceso mediante el cual se encuentra una solución para una situación que afecta nuestro entorno. Si queremos resultados diferentes, tenemos que hacer cambios a nuestro entorno que, a su vez, traen consigo un sin número de áreas de oportunidad, al mismo tiempo que un poco de resistencia a los cambios. Uno de los resultados con los que hay que lidiar en la mayoría de los cambios es con la resistencia al mismo aún a sabiendas que será de beneficio para todos. Para que el proyecto sea sostenible a largo plazo y exitoso, se trabajó con la resistencia y los resultados de esta investigación fueron los siguientes:

Desarrollo e Implementación de la Matriz de Complejidad

Esta permitirá la rotación de empleados de acuerdo con el conocimiento y área. Hay estaciones que requieren cierto esfuerzo muscular esquelético y la prioridad principal es minimizar cualquier tipo de lesión en el área de trabajo.

La rotación de estaciones de trabajo es una de las estrategias organizacionales para reducir la exposición a riesgos ergonómicos de los trabajadores mediante el incremento en la variedad de tareas realizadas por estos. Al llevar a cabo la variedad en las tareas los beneficios que obtuvimos tanto para los trabajadores como para la organización fueron:

- la disminución de la monotonía – el empleado realiza distintas tareas durante el periodo de ocho horas y se siente más productivo
- el aburrimiento y el estrés
- el aumento de la satisfacción en el trabajo - al estar certificado en otras estaciones y poder ejecutarlas, se sienten satisfechos ya que a

largo plazo representa un aumento salarial por la cantidad de estaciones que conoce y ejecuta.

- la disminución del abandono de la organización
- una mayor formación de los trabajadores.

Actualización de la Matriz de Destreza

La matriz de destreza es un documento en el cual se detalla la cantidad de estaciones en las que cada empleado ha tomado adiestramiento. Este es un documento que debe actualizarse con cada cambio y/o movimiento de empleado. La matriz de destreza es un documento sumamente importante para el sostenimiento de esta investigación ya que es la herramienta que se utiliza para saber a cuáles estaciones de trabajo se rotarán los empleados. En la matriz de destreza podremos encontrar la siguiente información:

- Cuando el empleado comienza a tomar adiestramiento en una estación.
- Cuando el empleado ha completado su adiestramiento y el mismo está debidamente documentado.
- Cuando el empleado está realizando rotaciones.
- Tiene una sección que nos indica cual área del cuerpo es la más impactada durante la ejecución de la tarea y esto es una información valiosa que va atada a la matriz de complejidad.

Total de Empleados que conocen la operación		4	3	3	5
IDEAL CAPACITY (How many should be trained)		3	3	3	3
IDEAL CAPACITY %		133%	100%	100%	167%
Nombre del Empleado	Núm. Empleado	Sub-Assy Compresores	Sub-Assy Standby Motor/Pully/Plato /Alternador	Sub-Assy Plato/Alternador/ Snuber/Selenoid e/ECU	Sub-Assy Motor/Bracket s/Brazos-A
Factor de Riesgo Ergonómico		M	M,C	P,E	
1	Angel Lugo	1	0	0	0
2	Reynaldo Gonzalez	0	1	0	2

Figura 3

Sección de la Matriz de Destreza del Área de Power Pack

Para poder trabajar con nuestra matriz de destreza, es sumamente importante que todos estemos alineados a cómo esta funciona. Cuando marco un 1 debajo del encasillado que describe la estación y alineado al nombre del empleado como se puede observar en la Figura 3, esto significa que

este empleado comenzó a tomar adiestramiento en la estación o que ya tomó adiestramiento y falta el documento de certificación. Es importante recalcar que este empleado no debe estar rotando en ninguna estación porque no ha completado su proceso de adiestramiento. Cuando el empleado es nuevo, el proceso establece que debe estar tres semanas en la misma estación de trabajo siendo supervisado por un SME (Subject Matter Expert). Cuando es un empleado existente permanece por una semana.

En la Figura 4 observamos que los empleados tienen un 2 en color verde colocado debajo de la estación “sub assy instalación de manifold” lo cual significa que este empleado ya completó su proceso de adiestramiento y se le completó el documento que así lo certifica. Mientras mantengamos la matriz de destreza actualizada, tendremos una visión clara de cuantas estaciones sabe cada empleado y a cuáles estaciones los podemos rotar.

En la Figura 5 observamos que a las estaciones que conocen estos empleados las identificamos como un 2R. Esto significa que estos empleados ya están debidamente certificados y lo más importante que cumplen con el propósito de esta investigación, que es el proceso de rotación. seguramente los músculos del cuerpo que más se utilizan para ciertas estaciones, se favorecerán en una adecuada recuperación y descanso. La rotación sin lugar a duda tendrá un efecto reductor en la fatiga acumulada por el sistema musculoesquelético.

Para que la rotación se cumpla, es sumamente importante documentar cada adiestramiento que reciben todos los empleados en la forma que se ilustra en la Figura 6. Si el empleado finaliza adiestramiento y este documento no se completa, es que como si no se hubiese adiestrado. La documentación es crucial para realizar este proceso.

Comportamientos Relacionados a Incidentes

Durante el desarrollo de las matrices, se comenzó a monitorear el comportamiento de los reportes de incidentes en nuestras facilidades.

Total de Empleados que conocen la operación					
IDEAL CAPACITY (How many should be trained)	4	3	3	5	7
IDEAL CAPACITY %	133%	100%	100%	167%	233%

Nombre del Empleado	Núm. Empleado	Sub-Assy Compresores	Sub-Assy Standby Motor/Pully/Plato /Alternador	Sub-Assy Plato/Alternador e/ECU	Sub-Assy Motor/Bracket s/Bracos-A	Sub-Assy Instalacion de Manifold y Heat Shields-B-1B
Factor de Riesgo Ergonómico		M	M,C	P,E		M,P
1 Angel Lugo	CTS1009-	1	0	0	0	2
2 Reynaldo Gonzalez	CTS 073015	0	1	0	2	2

Figura 4

Sección de la Matriz de Destreza del Área de Power Pack

Total de Empleados que conocen la operación				
IDEAL CAPACITY (How many should be trained)	4	7	7	5
IDEAL CAPACITY %	133%	233%	233%	167%

Nombre del Empleado	Núm. Empleado	ESTACION SF Brazing	ESTACION 6B brazing Evap	STA 1 Sub assy Preparation de Evap	STA 2 Sub Assy Preparation Cross bin
Factor de Riesgo Ergonómico		C, E, M	M	M, H	C, M
1 Asmel Ruiz	CTS 973310	0	0	2R	2R
2 Michael Velez Velez	CTS9869	0	0	2R	0

Figura 5

Sección de la Matriz de Destreza del Área de Evaporadores

FORMA DE ADIESTRAMIENTO PLAN DE ROTACION

Nombre del Empleado:	Núm. De Empleado:
Fecha de Comienzo:	ADIESTRADORES:
Núm. de Estación:	

(U) ENTENDIMIENTO: EMPLEADO COMPLETAMENTE ADIESTRADO Y ES COMPETENTE

	Iniciales del Auditor	Fecha
--	-----------------------	-------

- 1 Empleado demuestra conocimiento de los IT, ayudas visuales, etc. _____
- 2 Operador demuestra consistencia en la calidad de su trabajo. _____
- 3 Empleado logra hacer las tareas en el tiempo estipulado. _____
- 4 Empleado conoce los estándares que aplican a su estación de trabajo, puntos críticos, etc. _____
- 5 Empleado demuestra buenas prácticas de organización, limpieza y seguridad. _____
- 6 Empleado entiende los requerimientos de seguridad de la estación. _____

Aplican los siguientes IT,TKS, Ayudas Visuales y Planos:

Firma del empleado:	Fecha:
Firma del auditor:	Fecha:
Firma del supervisor:	Fecha:

TIEMPO TOTAL DE AUDITORIA: _____

COMENTARIOS:

Figura 6

Forma de Adiestramiento para el Plan de Rotación

Para tener una mejor perspectiva de los cambios ocurridos durante el proyecto se comenzó a monitorear la cantidad de incidentes desde el comienzo de éste. Una vez implementadas las acciones se realizó la gráfica de la Figura 7. Observamos que durante las semanas que comprenden desde el 27 de febrero de 2023 hasta el 17 de marzo de 2023, nuestros porcentos de incidencias estaban sobre el 77%. Cuando se

comenzó a realizar las rotaciones en las estaciones de mayor cantidad de incidentes, vemos como el porcentaje bajó considerablemente a un 33%. Aunque hubo semanas que no hubo reportes de incidencia, todavía esto es un asunto que debemos continuar monitoreando a largo plazo. Este resultado es el comienzo de una mejora significativa en nuestras operaciones y una prueba de que la rotación entre empleados trae consigo una gran cantidad de beneficios.

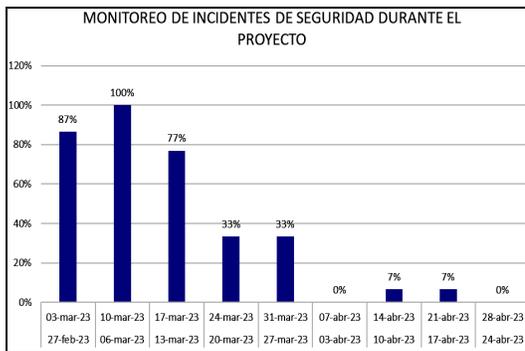


Figura 7
Incidentes de Seguridad Durante la Investigación



Figura 8

Gráfica Representando la Cantidad de Incidentes a Partir de la Semana 1 luego de Implementar la Matriz de Complejidad

En la gráfica de la figura 8 podemos observar que durante la semana 2 y la semana 3 tuvimos un solo incidente relacionado a ergonomía en el área laboral. Estos corresponden particularmente a las estaciones 4 y la 9.5. El enfoque para este resultado decidimos que fuera por estación para observar dónde tenemos áreas de oportunidad luego de haber implementado la matriz de complejidad.

En la Figura 9 observamos el comportamiento que tuvimos de incidentes antes de implementar la matriz de complejidad. En la misma se muestra en porcentaje que nuestro promedio para las primera

cinco semanas fue de un 66%. Se observa que durante las primera tres semanas de haber comenzado esta investigación el porcentaje de incidentes estaba por encima del promedio. Se comienza a observar una mejora en la cuarta semana de investigación que es cuando se reduce a un 33%.

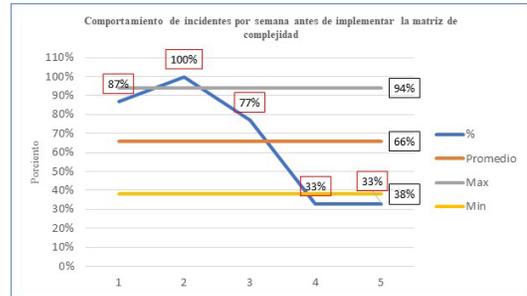


Figura 9
Incidentes Ocurridos Antes de Implementar la Matriz de Destreza

Para ser más precisos la Figura 9 muestra el comportamiento durante las primeras semanas de haber comenzado la investigación y la figura 8 muestra la mejora significativa que hubo a partir de la sexta semana de esta investigación que fue cuando se implementó la matriz de complejidad por estaciones. Como se mencionó anteriormente estos resultados corresponde a un incidente de ergonomía relacionado a la estaciones 4 y 9.5.

Las Figuras 10 y 11 representan la desviación estándar relacionada al comportamiento antes y después de la matriz de complejidad. Por lo tanto, se observa que luego de haber implementado la matriz de complejidad, hubo una mejora significativa en cuanto a la cantidad de incidentes relacionados a ergonomía en el área laboral.



Figura 10

Gráfica de Desviación Estándar Durante las Primeras Cinco Semanas antes de Implementar la Matriz de Complejidad

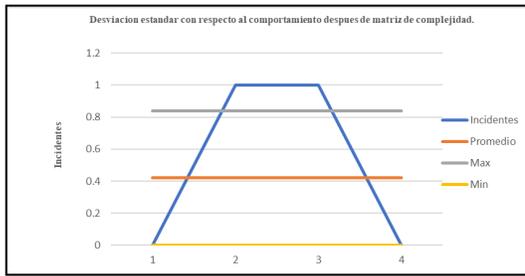


Figura 11

Gráfica de Desviación Estándar Durante las Primeras Cinco Semanas Antes de Implementar la Matriz de Complejidad

CONCLUSIONES

Por lo tanto, a partir de lo antes expuesto podemos concluir que dependiendo la industria y las labores que se realicen en cada una de ellas, la rotación de puestos y/o estaciones es una estrategia de las empresas para mejorar las condiciones laborales de sus trabajadores. En el caso de nuestra industria prevalecen riesgos asociados a vibraciones, posturas forzadas, levantamiento de cargas, entre otros. Por lo que mantener un empleado durante ocho horas consecutivas realizando una mista tarea, es una amenaza a la salud de estos.

Así que, aunque los empleados durante la realización de esta investigación mostraron un poco de resistencia al cambio, cuando comenzaron a ver y sentir los beneficios que trajo la rotación, se puede concluir que una excelente estructura de rotaciones tiene las siguientes fortalezas:

- la formación de los trabajadores en diferentes áreas.
- una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta frente a problemas como el ausentismo o variaciones en nuestro negocio.
- la adquisición de un mayor conocimiento sobre las habilidades de sus empleados.
- la disminución de los trastornos musculoesqueletales.
- disminución relacionada a pérdidas económicas debidas a los costos por lesiones.

Lecciones Aprendidas

En todo proceso de cambios siempre tendremos lecciones aprendidas que nos serán de

gran utilidad en investigaciones futuras. Durante la realización de esta investigación se obtuvieron las siguientes:

- La resistencia al cambio es algo con lo que nos vamos a topar independientemente de los beneficios que puedan traer los nuevos cambios. Las personas nos acostumbramos a trabajar de cierta forma y cuando se requiere de un cambio sustancial, aunque envuelva una mejora tendemos a ser resistentes.
- Está demostrado que cuando una persona trabaja ocho horas o más usando el mismo músculo y/o movimiento repetitivo, a corto y largo plazo causa molestias, dolencias, incomodidad en el área de trabajo, incidentes ocupacionales, descontentos y otros síntomas que pueden causar pérdidas de horas laborables e incrementar el ausentismo en el área laboral. Por tan importante causa, se desarrolló la matriz de complejidad y se actualizó la matriz de destreza para mitigar cualquier impacto relacionado a ergonomía en el área de trabajo.
- Los adiestramientos son sumamente importantes para que este proyecto sea sostenible. Se requiere del compromiso de todos y la colaboración para llevar a cabo este cambio cultural. El cambio cultural trata de un cambio de mentalidad que implica el reenfoque estratégico por parte de las personas en la organización. La motivación de los empleados se está convirtiendo en una de las principales preocupaciones de las empresas. De hecho, está íntimamente ligada con la productividad, pero también con saber gestionar eficientemente el talento y evitar su fuga.

Como cualquier implementación, siempre se verán áreas de oportunidad que aún nos resta por trabajar. Por tanto, estaremos viendo cómo podemos proteger los empleados que lleguen nuevos para evitar cualquier lesión durante su adiestramiento. Nuestro compromiso comienza con seguridad en el área laboral, le sigue con calidad en lo que hacemos y por último productividad para cumplir con nuestros clientes.

REFERENCIAS

- [1] Departamento de Seguros de Texas, División de Compensación para Trabajadores. (s. f.). La Ergonomía para la Industria en General. [En línea]. Disponible: <https://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spwpggen ergo.pdf>.
- [2] S. Asensio-Cuesta, J. A. Diego-Más, J. Alcaide-Marzal & M. C. González-Cruz, “Metodología para el diseño de agendas de rotación bajo un enfoque ergonómico,” en *XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, Julio 8-10, 2009. [En línea]. Disponible: https://www.aepro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09_1625_1636.2691.pdf.