



XXIII CONGRESO INTERNACIONAL DE ERGONOMÍA Y  
XXXIII REUNIÓN BINACIONAL DE ERGONOMÍA E.U.



**DRA. AIDE ARACELY MALDONADO MACÍAS**

# MACROERGONOMÍA

en Sistemas de  
Manufactura



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ**

Ciudad Juárez Chihuahua a 26 Abril 2017

**Sede: TECNÓLOGICO NACIONAL DE MÉXICO,  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD JUÁREZ**



# CONTENIDO

- Introducción
- Conceptos de Macroergonomía
- Línea del tiempo de la Macroergonomía
- Conceptualización de Sistemas de Manufactura
- Evaluación de Sistemas de Manufactura
- Métodos Macroergonómicos
- Cuestionario de Compatibilidad Macroergonómica
- Retos de la Macroergonomía



# Ergonomía

Los factores Humanos y la ergonomía (HF/E), son definidos como “La disciplina científica que se interesa por la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema.

Y la profesión que aplica la teoría, principios, datos, y otros métodos para diseñar con el fin de optimizar el bienestar de los seres humanos y el rendimiento general del sistema” (International Ergonomics Association, 2000).

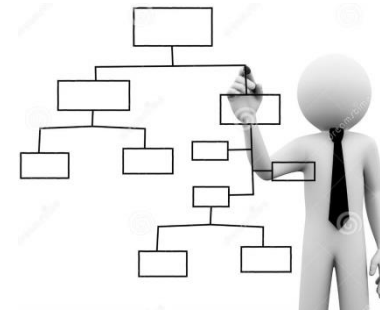


# Macroergonomía

La Ergonomía se divide en 2 subdisciplinas: la Microergonomía y la Macroergonomía.

- La Microergonomía se encarga del análisis de las interacciones hombre-máquina del puesto de trabajo en contraposición a factores externos.
- La Macroergonomía hace hincapié en una visión más amplia de todo el diseño de sistemas de trabajo, al examinar los entornos organizacionales, cultura, historia y objetivos definidos de manera amplia (Morel, Amalberti y Chauvin, 2009).

"Factores Humanos en  
el Diseño Organizativo y  
en la Gestión"





# Macroergonomía

Se centra en el ser humano porque considera las características profesionales y psicosociales del trabajador al diseñar un sistema de trabajo.

Interviene en el diseño del sistema de trabajo al diseño ergonómico de trabajos específicos y las interfaces de hardware y software relacionadas.

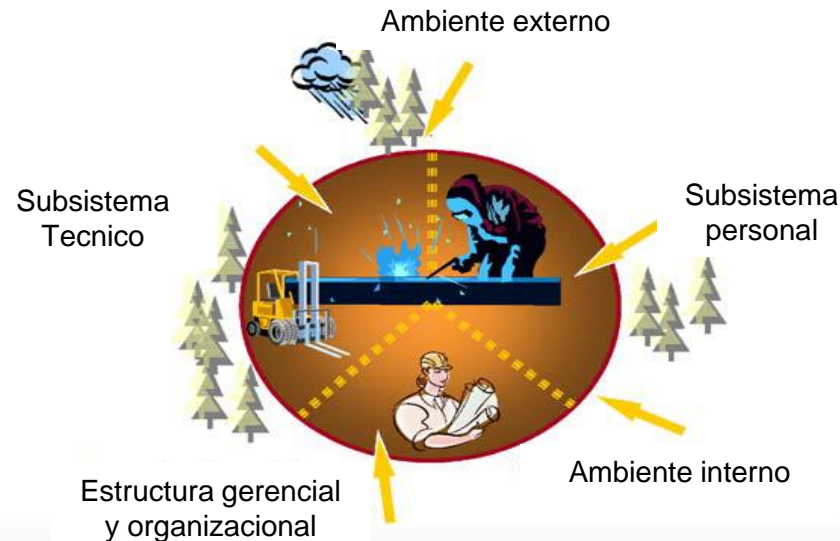
Apoya el diseño de los subsistemas social y tecnológico, utilizando un enfoque de tareas en la asignación de funciones.





# Macroergonomía

Es el estudio de sistemas de trabajo (Hendrick y Kleiner, 2001), donde un sistema de trabajo comprende dos o más personas que trabajan juntas (es decir, subsistema social), interactuando con la tecnología (el subsistema tecnológico) dentro de un sistema organizativo caracterizado por un entorno interno (tanto físico como cultural).





# Macroergonomía

Es un enfoque moderno de la ergonomía que trata no solo del diseño del puesto de trabajo y las herramientas, sino también del adecuado diseño de otros aspectos más generales del trabajo: el entorno organizativo y la cultura, objetivos y aspiraciones de los trabajadores.



Moro Vallina Miguel, Tratamiento informático de la información, Editorial Paraninfo, 2010 - 408 páginas



# Macroergonomía

La Macroergonomía es una extensión de la Ergonomía del puesto de trabajo y se encarga del diseño de los Sistemas Socio Técnicos, en el cual interaccionan una serie de usuarios a través de tecnologías dentro de un contexto socio-cultural (Sáenz, 2003, 2005).

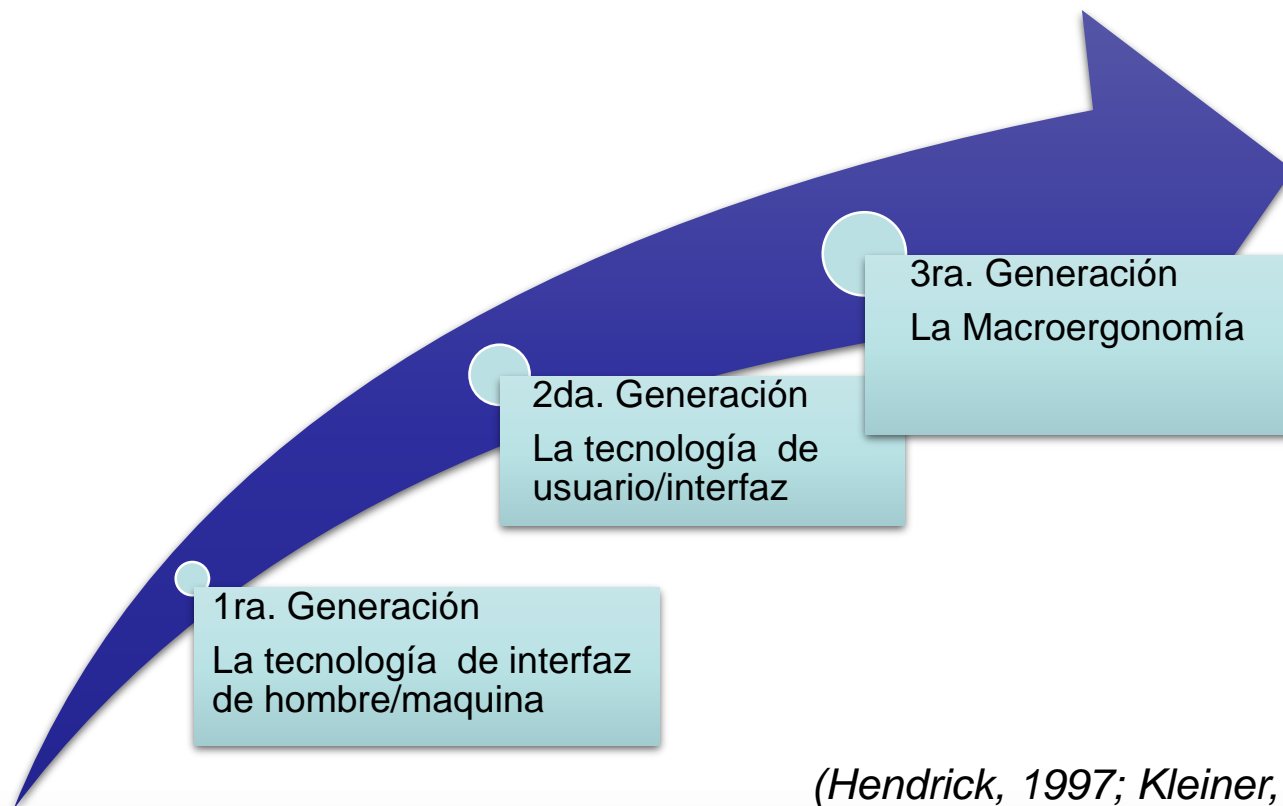
La necesidad de partir de la optimización organizacional desde los niveles superiores de las estructuras organizativas hasta llegar a sus niveles inferiores expresados en los puestos de trabajo (Mejía, Montero y otros, 2004).





# Macroergonomía

Generaciones de la Ergonomía:



*(Hendrick, 1997; Kleiner, 2006).*



# Macroergonomía

La Macroergonomía es una subdisciplina de la ergonomía, se ocupa de la tecnología de la interfaz de la organización/ de la máquina y de las maneras de investigar, desarrollar y de aplicar los principios ergonómicos y de organización, de diseño en un macro-nivel o diseño de los sistemas de trabajo (Hendrick, 1995, 1997, 2002; Hendrick and Kleiner, 2001).



# Macroergonomía

La Macroergonomía es integradora en la medida en que se centra en toda la organización mediante, la utilización de conocimientos, métodos y herramientas de una serie de áreas de investigación, incluidos los sistemas socio-técnicos, industriales/organizacionales, psicológicos, ergonomía cognitiva, ergonomía psicológica, ingeniería de sistemas, y psicología social (Carayon, 2009; Karwowski et al., 2002; Kleiner, 2002; Zink, 2002).



# Macroergonomía

Cuando el ambiente de trabajo es subóptimo y desalineado, se puede esperar que lo siguiente sea algo deficiente.

(a) adherencia a normas de seguridad y procedimientos que puedan resultar en accidentes y lesiones por tiempo perdido.

(b) la calidad

(c) la productividad

(e) la motivación el trabajo y la calidad percibida psicosocialmente de la vida laboral (Hendrick, 2002).

# Aplicaciones de la Ergonomía

**MACRO** → Planes organizacionales



**MICRO** → Interfaz de Hombre-maquina



- Diseño organizacional
- Diseño de instalaciones
- Diseño del trabajo
- Entrenamiento/educación
- Ambiente
- Puesto de trabajo
- Diseño de tareas
- Equipos/productos
- Herramientas



# Historia de la Macroergonomía

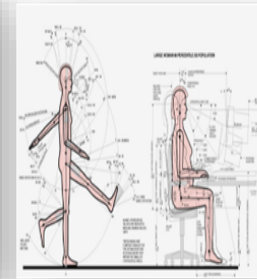
Se publica "Compendio de ergonomía" por el polaco W. Jastrzebowski.



Frederick Taylor da los pasos en el estudio de la actividad laboral con su obra Organización Científica del Trabajo, donde aplica el diseño de instrumentos elementales de trabajo.



Comenzaron las primeras investigaciones científicas en el campo de los factores humanos



El campo de la ergonomía comenzó en respuesta a desajustes humanos-máquina, especialmente en la aviación.

1857

1863

1878

Siglo 21

1939

1945

1950's

James McKeen Cattell, padre de la psicología industrial impulsó el estudio de las diferencias individuales a través de test psicométricos.



Se evidencia por la tecnología y la complejidad sin precedentes y en parte esto ha producido renovados desafíos de diseño del sistema de trabajo



Estudios de control y rendimiento manual (Hicks).

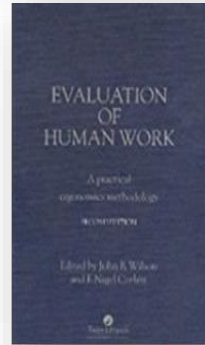




# Historia de la Macroergonomía



Publicación de Ergonomics: Fitting the job to the worker, de K.H.F. Murrell



Se estudian los factores de control, eficacia, optimización, soluciones, Davis.



La macroergonomía se concibe como la tercera generación de la ergonomía por Hal W. Hendrick



1959

Se conformó la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) formada por asociaciones nacionales e internacionales con representación de más de 30 países, hasta la fecha opera.

1960



1970's

Se reconocen como antecedentes los trabajos de Nigel Corlett en Inglaterra y Mac Parsons en Norteamérica. Corlett y Parsons son los que comienzan a visualizar una perspectiva a gran escala de la ergonomía.

1973



1974

Inclusión de una orientación en Ergonomía dentro de la maestría en diseño industrial en la UNAM

1980's



1981

El grupo técnico de diseño y gestión organizacional (ODAM) se formó dentro de la Sociedad de Factores Humanos.

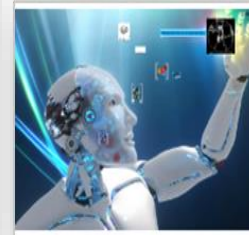


# Historia de la Macroergonomía

Se formó el Comité Técnico ODAM de la IEA



Se conformó la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) formada por asociaciones nacionales e internacionales con representación de más de 30 países, hasta la fecha opera.



Inclusión de una orientación en Ergonomía dentro de la maestría en diseño industrial en la UNAM



Laboratorio de Macroergonomía en la UNAM.

1984

1995

1959

2002

2003

1980's

2013



Se fundó la Sociedad de Ergonomistas de México en Ciudad Juárez, Chihuahua por el Dr. Carlos Espejo.



Investigaciones/publicaciones sobre Macroergonomía realizados por Hendrick y Kleiner, y demás investigadores



Se celebra el Congreso de Ergonomía realizado en Seul, República de Corea.







# Objetivos de la Macroergonomía

- ❖ Lograr un sistema eficiente en los niveles micro (el puesto de trabajo, las herramientas) y macro (aspectos sociales, organizativos, institucionales).
- ❖ Mejorar la productividad, y al mismo tiempo, la satisfacción y compromiso de los empleados.
- ❖ Concepción de un producto o sistema para su adaptación a los distintos usuarios constituyendo un SST integrado.
- ❖ Armonizar los sistemas de trabajo para mejorar la productividad, la salud y seguridad i.e. la calidad de vida en el trabajo en cualquier escala en la que se este analizando o modelando.
- ❖ Diseñar un sistema de trabajo completamente armonizado que contribuya a mejorar su desempeño y su efectividad.





# Enfoque Macroergonómico

La Macroergonomía utiliza el enfoque de los sistemas sociotécnicos los cuales tienen cuatro elementos componentes:

1. *Personas*
2. *Tecnología*
3. *Organización*
4. *Ambiente (socioeconómico, físico, legal, político, cultural, educacional, etc).*



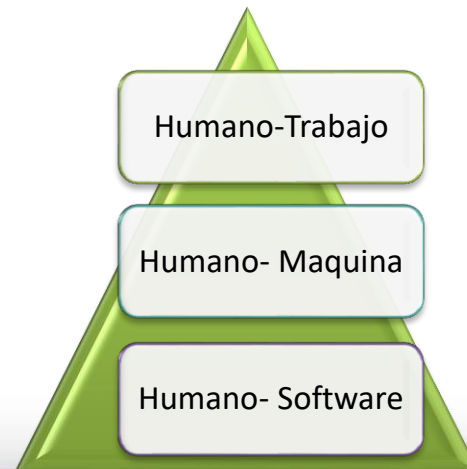
La forma de aplicar la Macroergonomía es a través del diseño o perfeccionamiento conjunto del sistema y de sus partes componentes, buscando una optimización conjunta del mismo, que permita obtener cada vez mayor sinergia. La efectividad del sistema puede entonces ser valorada en los cambios en la productividad, seguridad, salud, motivación, satisfacción laboral, entre otros.



# Enfoque Macroergonómico

Las organizaciones tienen dos componentes principales para llevar a cabo dicha transformación: la tecnología, como subsistema técnico y la gente, como subsistema social. Estos dos subsistemas interactúan uno con el otro en toda interfaz ser humano– objeto/máquina y ser humano – software.

Ambos subsistemas son interdependientes y operan bajo una “causalidad conjunta”, lo que significa que ambos subsistemas son afectados por eventos causales del ambiente. La causalidad conjunta permite el surgimiento de un concepto importante para la macroergonomía: la optimización conjunta.





# Teoría de los Sistemas Sociotécnicos.

Según Hendrick (2002), un sistema de trabajo usualmente consiste en dos o más personas interactuando con algún tipo de:

- a) Diseño de trabajo
- b) Software y/o Hardware
- c) Ambiente interno
- d) Ambiente externo y/o
- e) Diseño organizacional



# Sistemas teóricos sociotécnicos

Un sistema de trabajo es donde un individuo realiza tareas usando herramientas y tecnologías, y trabaja en un ambiente físico que está bajo el control de una organización con sus propias políticas, prácticas y procedimientos (Carayon, 2009; Carayon y Smith, 2000; Carayon Sainfort, 1989).





# Sistemas teóricos sociotécnicos

El subsistema de personal define las formas en que los individuos realizan las tareas y el subsistema tecnológico define las tareas a realizar (Hendrick, 2002; Kleiner, 2008).





# Enfoque Macroergonómico

Ambos subsistemas responden conjuntamente a eventos causales, por lo tanto, el optimizar sólo un subsistema y luego ajustar el otro al primero, dará como resultado una subutilización del diseño conjunto.

En otras palabras, cuando se optimizan subsistemas de forma conjunta, se logra una transformación sinérgica y no antagónica o divergente, como suele pasar en los casos en que se trabaja aisladamente uno de los dos subsistemas





# Conceptualización de los Sistemas de Manufactura

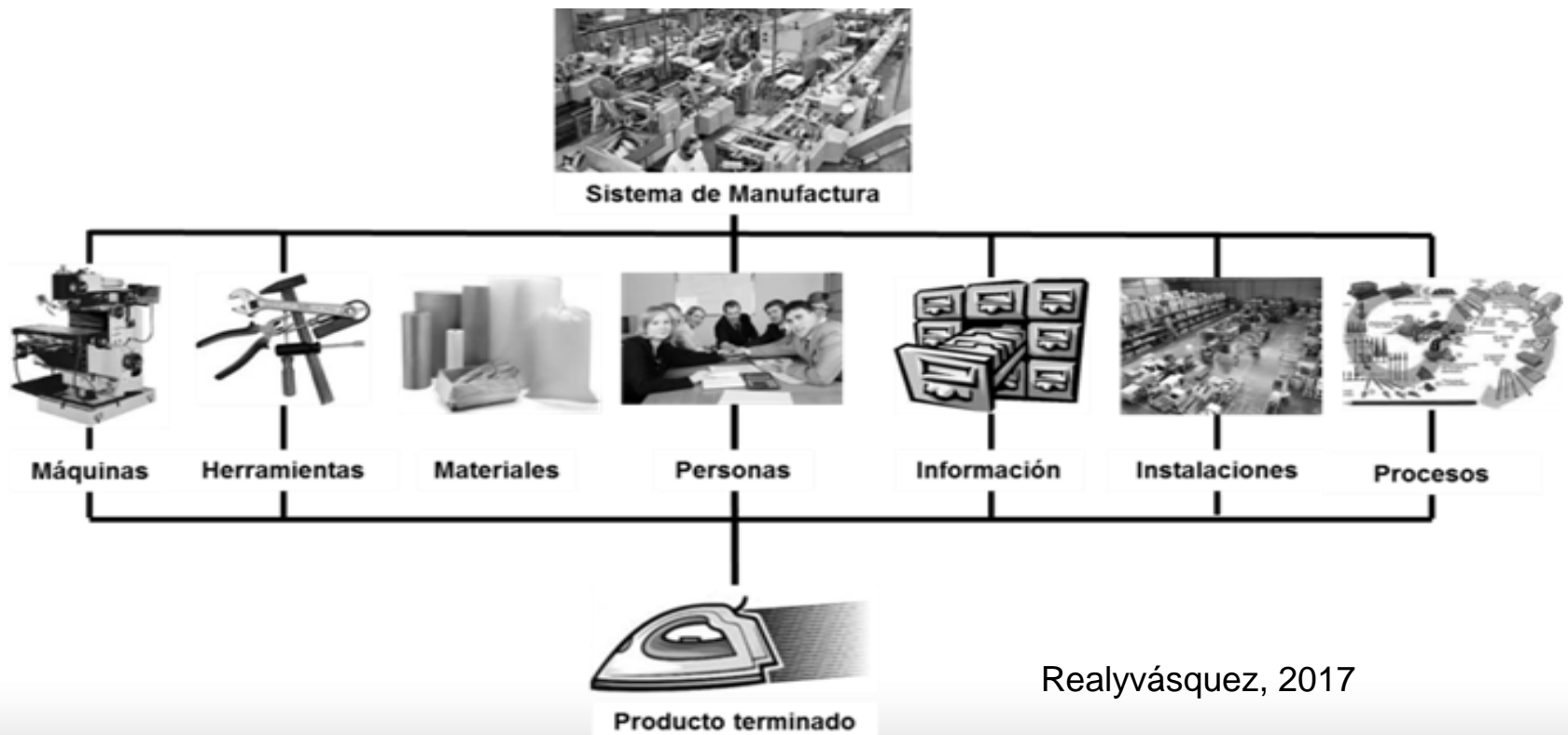
La manufactura se define como la aplicación de procesos mecánicos, físicos y químicos para modificar la geometría, las propiedades y/o la apariencia de cierta materia prima, de tal forma que se obtenga un producto nuevo o partes terminadas (Rao, 2007).





# Conceptualización de los Sistemas de Manufactura

Cochran (2002), explica que en un sistema de manufactura consta de máquinas, herramientas, material, personas e información etc. Todos estos elementos constituyen una empresa de manufactura y por lo tanto su diseño se considera un problema complejo.



Realyvásquez, 2017

# Conceptualización de los Sistemas de Manufactura



## *Máquinas*

Son un objeto conformado por un conjunto de elementos, el cual tiene un propósito práctico que reemplaza o incrementa las fuerzas propias del ser humano, reduciendo así el esfuerzo requerido para realizar un trabajo (Smith, 2004; García, 2011; Landín, 2011a)



Torno convencional



# Conceptualización de los Sistemas de Manufactura

***Las máquinas y herramientas*** se encargan de realizar una tarea que demanda ciertos requerimientos que el ser humano no puede proporcionar en la medida necesaria por sí solo.

Estos requerimientos pueden incluir fuerza, precisión, velocidad, razonamiento deductivo, almacenamiento y procesamiento de grandes cantidades de información, mantener largos periodos de actividad, realizar simultáneamente varias actividades, actuar en ambientes hostiles al ser humano, entre otras (Mondelo et al., 2004).



# Conceptualización de los Sistemas de Manufactura



## **Materiales**

Se llama material a cualquier materia que está disponible o ha sido preparada para elaborar cualquier producto (Landín, 2011b).

Los materiales se clasifican de diferentes formas, sin embargo, la clasificación más aceptada incluye cuatro grupos:

- 1) Metales.
- 2) Cerámicos.
- 3) Polímeros.
- 4) Compuestos.

Según Rodríguez et al. (2006), la **materia prima** es cualquier sustancia que se extrae directamente de la naturaleza.





# Conceptualización de los Sistemas de Manufactura

## Personas

De acuerdo con Holden et al. (2013), en sistemas de manufactura se considera como persona (recurso humano) a todo aquel que realiza una tarea. De acuerdo con Crutchfield (2014), dicho capital representa la única ventaja sustentable para las empresas, ya que todo lo demás puede ser fácilmente replicado por las empresas competidoras.





# Conceptualización de los Sistemas de Manufactura

## Información

Para las empresas de manufactura, la información representa una herramienta que les permite alcanzar los objetivos planteados mediante un tratamiento adecuado en los procesos de compilación, administración y uso de ésta. Además de ayudar en la toma de decisiones colectivas, la información permite generar conocimiento colectivo u organizacional (*Martínez 2011*).





# Conceptualización de los Sistemas de Manufactura

***El diseño y operación de estos sistemas tiene un efecto en la productividad, el retorno de la inversión y la competitividad en el mercado.***



# Clasificaciones de los Sistemas de Manufactura



Así mismo, han surgido distintos **paradigmas** en los sistemas de manufactura. De acuerdo con Mehrabi en el 2000, como:



- **Sistemas de producción en masa**, enfocados a la reducción del costo del producto.
- **Lean manufacturing**, enfatizan el mejoramiento continuo en la calidad del producto y la disminución de los costos.
- **Sistemas de Manufactura Flexible (FMS)**, que hacen posible la producción de una variedad de productos en el mismo sistema. Sobre los FMS, se afirma que a pesar de éstos persigue este importante objetivo, han tenido un éxito muy limitado



# Evaluación de los sistemas de manufactura

Para que un sistema de manufactura tenga un buen funcionamiento se ven sometidos a evaluaciones:

calidad, productividad, esbeltez, flexibilidad, confiabilidad, entre otros.

Una vez que se lleva a cabo la evaluación, se deben proponer y aplicar diferentes métodos o estrategias para mejorar dichos aspectos del sistema de manufactura.





# Enfoques de evaluación de sistemas de manufactura





# Tipo de sistema de manufactura en la muestra de maquiladoras en Ciudad Juárez.

Sistema de Manufactura	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje válido acumulado
Celular	43	22.87	46.74	46.74
Flexible	39	20.74	42.39	89.13
Híbrido	10	5.32	10.87	100
<b>Total con respuesta</b>	92	48.94	100	
<b>Sin respuesta</b>	96	51.06		
<b>Total</b>	188	100		



# Enfoques de evaluación para los sistemas de manufactura

## **Productividad**

En un puesto de trabajo, la productividad se define como la relación que existe entre el número de unidades producidas (bienes y servicios), y los recursos utilizados (tiempo, personal, materiales, etc.) para obtener dichos bienes y servicios (Sánchez y Madrid, 2007; Syverson, 2011; Bernal et al., 2015)

por lo cual se puede establecer que productividad es eficiencia en producción (Syverson 2011). De acuerdo a esta definición de productividad, la ecuación (1) es ampliamente utilizada para medir la productividad en sistemas de manufactura (Sampere et al. 2008; Bernal et al. 2015).

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Recursos\ utilizados}$$



# Enfoques de evaluación para los sistemas de manufactura

## Flexibilidad

De acuerdo con Manyoma (2011), es la habilidad de un sistema de manufactura para adaptarse con éxito a los cambios del entorno, y a las necesidades del proceso y de los clientes sin que esto demande grandes cantidades de tiempo, esfuerzo, calidad, costo y desempeño.

Tal es el caso de Manyoma (2011), quien clasifica la flexibilidad en seis categorías:





# Enfoques de evaluación para los sistemas de manufactura

**Flexibilidad en volumen:** esta se refiere a la habilidad para cambiar el nivel productividad (incremento o decremento) de un proceso de manufactura, de acuerdo a los cambios en la demanda.

**Flexibilidad en producto:** este tipo de flexibilidad se descompone en tres tipos más específicos: 1) flexibilidad en variedad, 2) flexibilidad en diseño, y 3) flexibilidad en modificación.

**Flexibilidad en máquina, equipos y herramientas:** se refiere a la cantidad y variedad de operaciones que una máquina puede realizar, o la facilidad de cambio de dicha máquina para procesar un determinado número de partes.

**Flexibilidad en manejo de materiales:** este tipo de flexibilidad representa la habilidad del sistema de transporte interno para entregar efectivamente y en etapas apropiadas el material requerido durante el proceso de manufactura.



# Enfoques de evaluación para los sistemas de manufactura

**Flexibilidad de ruta:** este tipo de flexibilidad está ligado al anterior, y se define como la capacidad de un sistema de manufactura para fabricar un producto a través de varias rutas (centros de trabajo o máquinas) alternas en la misma instalación.

**Flexibilidad laboral:** se define como la capacidad que posee un sistema de manufactura para cambiar el número de trabajadores, las tareas realizadas por ellos, y sus responsabilidades alternas.

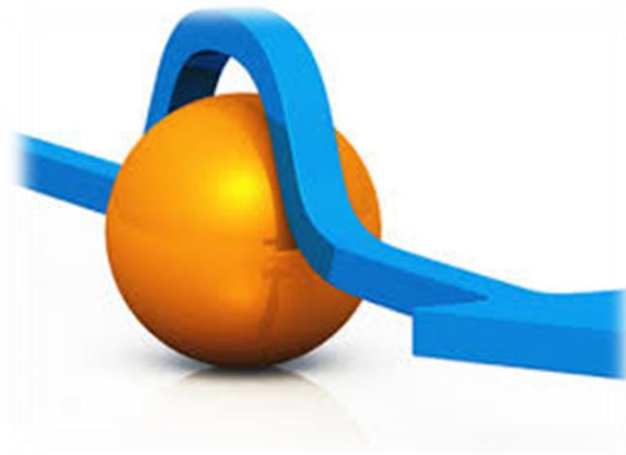




# Enfoques de evaluación para los sistemas de manufactura

## **Esbeltez**

Se define como la medida de la aplicación de las prácticas de manufactura esbelta por parte de las empresas (Bayou y de Korvin, 2008; Vinodh y Chintha, 2011).







# Enfoques de evaluación para los sistemas de manufactura

Otra propuesta para medir el nivel de esbeltez de sistemas de manufactura es la que desarrollaron Soriano-Meier y Forrester (2002).

Estos autores identificaron diez variables independientes para medir la esbeltez:

1) eliminación de desperdicios

2) mejora continua

3) cero defectos



4) entregas justo a tiempo

5) jalón de materiales

6) equipos multifuncionales

7) descentralización



8) integración de funciones

9) sistemas de información vertical

10) compromiso gerencial



# Evaluación de Compatibilidad Macroergonómica de Sistemas de Manufactura

La variedad de métodos macroergonómicos ofrecen alternativas de evaluación.

Pero no ofrecen una valoración o un indicador útil para medir la compatibilidad macroergonómica de sistemas de manufactura.



# Métodos macroergonómicos



# Métodos Macroergonómicos

Ergonomía participativa



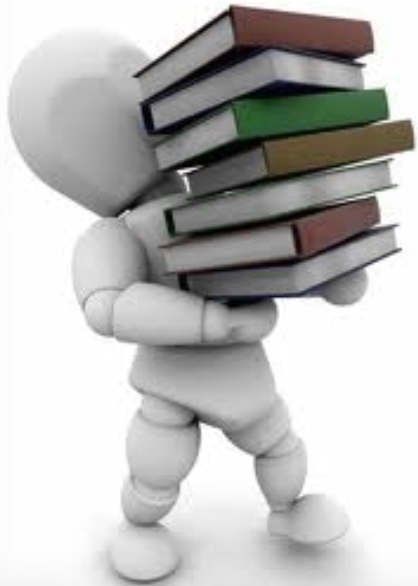
Antropotecnología



Análisis  
ergonómico del  
trabajo



Asignación de  
funciones



La Macroergonomía es multidisciplinaria, sistemática y multidimensional



# Métodos Macroergonómicos

Instrumento	Autor (Año)	Detalles	Enfocado a	Confiabilidad	
<b>ODQ</b>	Cuestionario de Diagnóstico Organizacional	Preziosi (1980)	35 preguntas. Aplicado a nivel macroergonómico	Sistemas de trabajo	N/P
<b>MOQS</b>	Cuestionario Organizacional Macroergonómico	Carayon y Hoonakker (2004)	Ofrece una metodología para el desarrollo e implementación de cuestionarios macroergonómicos.	Sistemas de trabajo	N/A
<b>MEAD</b>	Análisis y Diseño Macroergonómico.	M. Kleiner (2005)	Metodología de 10 pasos	Evaluar y diseñar sistemas de trabajo	N/A
<b>CCM</b>	Cuestionario de Compatibilidad Macroergonómica.	Realyvasquez, Maldonado Garcia, Alcaraz, (2016)	Obtener información sobre la aplicación de PM en los sistemas de manufactura	Sistemas de manufactura	N/A



# Métodos Macroergonómicos

## Ergonomía Participativa

El más utilizado de los métodos de la Macroergonomía es la Ergonomía Participativa.

Es un término inicialmente acuñado en Japón y popularizado posteriormente. Para definir a la ergonomía participativa Noro e Imada (1991) escriben "... en su término simple, la ergonomía participativa requiere que el usuario final (el beneficiario de la ergonomía) esté vitalmente envuelto en el desarrollo y la implementación de la tecnología...".



La evolución de esta metodología está en el momento de reconocer la necesidad de integrar la comunicación y la participación de todos los actores de la organización en la adecuación ergonómica del diseño ó perfeccionamiento de los sistemas de trabajo.



# Métodos Macroergonómicos

## Ergonomía Participativa

Los golpes más duros a las estrategias y a las metodologías participativas, siempre han estado asociados a la falta de implementación ó a la inconsistencia en el seguimiento, de aquellos cambios que han sugerido las personas de los niveles más bajos de la organización.



Si bien ellos son los actores más importantes, no son los únicos y aún la mejor voluntad de la alta dirección puede ser entorpecida por las "diferencias culturales" de los distintos actores de la organización.



# Métodos Macroergonómicos

## Ergonomía Participativa

Para hacer que los cambios que genera la ergonomía participativa sean efectivos en toda la organización, hay que pensar como organización y sólo así se podrá lograr la compatibilidad ergonómica deseada.

Lo anterior no se logra sino ampliando el concepto de participación realmente a todos, y no solo a los que ocupan puestos en los niveles más bajos.







# Ergonomía participativa (PE)

## ***Ventajas***

- Aumento de la satisfacción laboral y en un mayor compromiso con los cambios implementados.
- Los trabajadores son los "expertos" en lo que hacen. Tienen las habilidades y conocimientos necesarios y conocen sus empleos y entornos de trabajo mejor que nadie.
- Soluciones ergonómicas más apropiadas y más aceptables que las intervenciones de diseño y desarrollo ergonómico que no implican la participación de los trabajadores.
- Una reducción de los costos de capacitación y un mejor desempeño en el trabajo.



# Ergonomía participativa (PE)

## ***Desventajas***

- La participación puede ser difícil de promover y obtener apoyo tanto del trabajo como de la gestión.
- La estructura organizativa puede limitar el grado de participación de los trabajadores.
- Para los programas de intervención de PE en el sistema de trabajo, se necesita un compromiso de la alta dirección, pero puede ser difícil de obtener.
- El análisis ergonómico y las intervenciones / proyectos de diseño que se planifican y desarrollan de manera participativa pueden resultar más costosos debido a un mayor esfuerzo y más tiempo invertido.



# Métodos Macroergonómicos

## Antropotecnología

Estudia las características humanas existentes y sus diferencias, en los dos países (ó regiones) entre los que se realiza una transferencia de tecnología.

VARIABLES como estructura de la industria, cultura, aspectos habitacionales, sistemas de transportación, clima, socioeconomía, sistemas de recursos humanos, entre otros, son analizadas y evidenciadas sus diferencias, para realizar una evaluación del impacto de estas últimas en la operación de la tecnología bajo las condiciones en que se desarrolla la transferencia.

Para Wisner (1984) la influencia de estos factores en la operación de los subsistemas técnicos y los recursos existentes para corregir los defectos en la operación constituyen a la antropotecnología





# Antropotecnología

De aquí en adelante, declaró Wisner, "otro ámbito científico debe ser incluido en una serie de estudios ergonómicos: el de la antropología". Los sistemas tecnológicos se están transfiriendo cada vez más a otros países, otras regiones y otras empresas. Esto significa que las diferencias en los tejidos sociales e industriales deben tenerse en cuenta además de los diversos campos de la antropología:

- Antropología física
- Antropología cultural
- Antropología cognitiva





# Antropotecnología

## Ventajas

- En el enfoque del antropotecnólogo, la atención se centra en el trabajo, es decir, en las actividades de las personas que producen algo.
- El método antropotecnológico aumenta la probabilidad de que la tecnología transferida del país del diseñador sea adecuada y aplicada con éxito dentro del país / cultura receptor.

## Desventajas

- El método requiere mucho tiempo.
- Este enfoque no produce prescripciones como productos.
- Altas probabilidades de aumentar el costo y la duración del proyecto.



# Métodos Macroergonómicos

## Modelo de asignación de funciones

La asignación de funciones entre el hombre y la tecnología en un sistema dado ha sido tema de la Ergonomía desde sus inicios como ciencia.

Tanto el diseño como la optimización de la asignación de funciones dentro de un sistema, pueden clasificarse como partes específicamente dentro de la Macroergonomía, e incluso pudiéramos clasificar este tema como primeros antecedentes de la misma desde el punto de vista metodológico.



Los autores Folds y Mitta (1995), han introducido la teoría del rol del operador para guiar la asignación de funciones en el desarrollo de sistemas



# Métodos Macroergonómicos

## Modelo de asignación de funciones

El método propuesto comienza con la creación de un grupo de analistas.

Entonces a partir de una definición funcional del sistema, se analizan y se especifican los requerimientos de cada función del más bajo nivel.

El grupo decide si los dos roles extremos: el hombre solo o la máquina sola puede satisfacer los requerimientos. Si uno de estos dos extremos es posible, el grupo revisa que ventajas pudiera tener una alternativa conjunta.

Si hay alguna alternativa con ventaja significativa, se comienza un proceso iterativo de análisis de cuál de los dos es capaz de cumplir mejor con los requerimientos necesarios, hasta que se finaliza con la satisfacción completa de los requerimientos.



# Métodos Macroergonómicos

## Cuestionario de Diagnóstico Organizacional (Organizational Diagnosis Questionnaire, ODQ)

Se basa en la teoría orientada al profesional de Weisbord.

El ODQ genera datos en cada una de las seis áreas sugeridas por Weisbord, así como en un séptimo cambio de actitud.

Este cuestionario se agregó como un mecanismo útil para la persona involucrada en el diagnóstico organizacional.

Este conocimiento ayuda al agente del cambio a entender cómo dirigir sus esfuerzos.

Treinta y cinco preguntas componen el ODQ, cinco en cada una de las siete variables. A los encuestados se les pide que indiquen sus puntos de vista actuales de su organización en una escala de 1 a 7, con una puntuación de 4 que representa el punto aneutral







# Grupos de enfoque

Los grupos de enfoque permiten a uno entrevistar simultáneamente a pequeños grupos de individuos, permitiendo a aquellos que están siendo entrevistados sentirse más cómodos para hablar abiertamente sobre temas sensibles (Madriz, 2000).



# Aplicaciones Macroergonómicas

Los grupos de individuos pueden ser reunidos por un esfuerzo de comprender mejor cómo funciona un sistema específico de trabajo o cómo es su interacción (Hendrick & Kleiner, 2001).





# Grupos de enfoque

## Ventajas

- El investigador puede observar el proceso de interacción entre los participantes.
- El comentario hecho por un individuo puede generar pensamientos de otros participantes.
- La interacción entre los participantes limita el nivel y cantidad de contribución hecha por los investigadores o facilitadores (Madriz, 2000).
- Los datos de un número de personas pueden ser obtenidos mejor económicamente y eficientemente que el método de la entrevista.



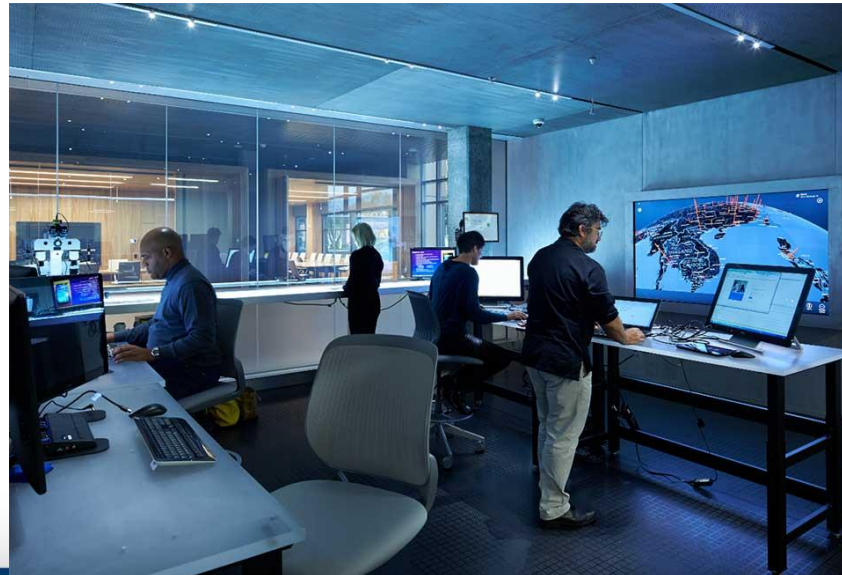
# Grupos de enfoque

## Desventajas

- Los grupos de enfoque usualmente son llevados a cabo en un espacio neutral en vez de un lugar donde la interacción social es observada (Fontana & Frey, 2000).
- La presencia de un entrevistador o facilitador puede afectar en el comportamiento de los participantes (Madriz, 2000).
- El grupo de cultura que es establecido puede impedir las respuestas individuales y los “pensamientos grupales” pueden emerger (Fontana & Frey, 2000).
- Un individuo puede dominar la sesión (Fontana & Frey, 2000).

# Experimentos de laboratorio

En el diseño de los sistemas de trabajo la experimentación es necesaria para construir un entendimiento de ¿Que funciona? y ¿Por qué? (Hendrick & Kleiner, 2001). A pesar de que muchas investigaciones en grupos y equipos no son empíricas, es totalmente plausible para los factores de investigación empírica de subsistemas de personal, tecnología, y ambiente de un sistema de trabajo tanto como sus interacciones.





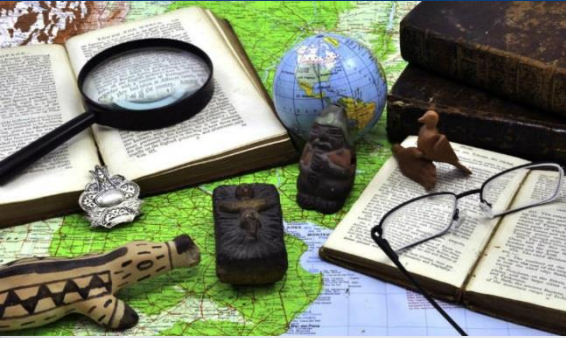
# Experimentos de laboratorio

## Ventajas

- Capacidad para responder preguntas de causalidad.
- Habilidad de ejercer control sobre las variables.
- Procesos Sistemáticos.
- El uso de grupos y equipos es realista.

## Desventajas

- A menudo cuestionado por la generalización del mundo real.
- Algunas veces es difícil de controlar las variables extrañas y confundibles.
- A veces es un proceso lento y tedioso.
- Dificultad de controlar la variabilidad del grupo o equipo.



# Estudio de campo y experimentación de campo

El método del estudio de campo es usado para reunir información en la organización o el funcionamiento de los sistemas de trabajo a través de una sistemática observación directa.

El campo de experimentación difiere de un campo de estudio puro en esa o más variables en el campo o se manipula el entorno organizativo para que su efecto en la variable(s) dependiente de interés (usualmente algunos aspectos del desempeño de los sistemas de trabajo) puedan ser observados.  
temática observación directa.





# Estudio de campo

## Ventajas

- La primordial ventaja del método del estudio de campo es el realismo
- Por el realismo de este método, cuando el investigador es capaz de establecer relaciones de causa y efecto, nosotros podemos tener una alta confianza en el resultado a la hora de practicarlo.

## Desventajas

- El proceso de observación tomara mucho tiempo.
- El investigador deberá observar cosas ocurriendo con naturalidad durante muchas veces en distintas condiciones antes de eliminar variables que no sean factores causales, y volver a observar para verificar que las verdaderas variables causales sean identificadas con confianza.





# Experimentación de campo

## Ventajas

- Como en el estudio de laboratorio, el investigador manipula deliberadamente las variables dependientes de interés, superando al problema del estudio del campo de tener que esperar a que las cosas ocurran naturalmente.
- El campo de experimentación adquiere la ventaja del realismo del estudio del campo.
- En comparación con el estudio del campo, la experimentación del campo es más eficiente en términos de tiempo y costos.

## Desventajas

- La percepción de los empleados a la intervención puede alterar su respuesta al cambio y a su motivación.
- Dependiendo de cómo los cambios pueden ser implementados, se puede determinar el éxito o fracaso de la intervención.



# Método cognitivo de recorrido (CWM)

El método cognitivo de recorrido es un método de inspección de usabilidad que el resto de las suposiciones que los evaluadores son capaces de presentar sobre la perspectiva del usuario y poder aplicar esta perspectiva del usuario en el escenario de tareas para identificar problemas de diseño.





# Aplicaciones macroergonómicas

- Un CWM detallado puede identificar problemas que pueden ocurrir basados sobre la dependencia de los trabajadores, o falta de experiencia con tecnologías acopladas con sus actividades de trabajo.
- El CWM puede ser útil en problemas aislados y conflictos antes de los cambios implementados dentro de la organización, de este modo como un importante parte del cambio de administración.
- Un CWM también puede identificar la clave de la variedad donde el desempeño debe ser socavado por incompatibilidades introducidas por un nuevo sistema de trabajo.



# Método cognitivo de recorrido (CWM)

## Ventajas

- Evaluadores expertos involucrados: la experiencia apoya a la identificación de problemas de usabilidad.
- Identificación del problema: se pueden identificar problemas significativos y realistas.
- Herramientas: los documentos preliminares pueden resultar útiles.
- Costo: la mayoría de las demandas de recursos relativamente bajos.
- Efectividad: eficaz en la captura de problemas de usabilidad.



# Método cognitivo de recorrido (CWM)

## Desventajas

- Evaluadores: los problemas difieren en los informes reales de los usuarios.
- Identificación del problema: no puede ser utilizado solo, se requiere involucrar otros métodos.
- Herramientas: durante las primeras etapas de desarrollo, estos documentos pueden ser difíciles de conseguir.
- Costos: la demanda de tiempo puede ser alta dependiendo de la especificación.
- Efectividad: baja consistencia entre evaluadores y cuando se compara con pruebas de usabilidad.



# Análisis macroergonómico de estructuras (MAS)

El método de análisis macro-ergonómico de estructuras (MAS) combina modelos analíticos desarrollados empíricamente sobre el efecto de tres elementos principales del sistema sociotécnico:

- El subsistema tecnológico
- El subsistema de personal
- El entorno externo relevante.

A través del análisis de las características clave de estos tres elementos del sistema sociotécnico, se puede determinar el diseño básico de la estructura del sistema de trabajo para un funcionamiento eficaz.





# Análisis macroergonómico de estructuras (MAS)

## Ventajas

- Permite al ergonomista o especialista en diseño organizacional tener en cuenta el efecto de las características sociotécnicas únicas de una organización en la determinación de un diseño óptimo del sistema de trabajo.
- Al comparar los resultados se identifican discrepancias disfuncionales.
- Cuando se observan discrepancias, los resultados del MAS también proporcionan orientación para corregirlos.

## Desventajas

- El uso del MAS requiere capacitación y experiencia.
- Determinar la cantidad de una variable sociotécnica clave presente o ausente no es un simple proceso cuantitativo.



# Análisis y diseño macroergonómico (MEAD)

El enfoque de análisis macroeconómico y diseño (MEAD) se con el cambio a gran escala en la academia, la industria y el gobierno (Kleiner, 1996). El enfoque integra la teoría de los sistemas sociotécnicos (STS) y la ergonomía. Análisis y diseño macroergonómico (MEAD) es un método de diez pasos para evaluar procesos de sistemas de trabajo.







# Análisis y diseño macroergonómico (MEAD)

## Ventajas

- Integra el análisis organizacional con el análisis ergonómico.
- Metodología sistemática e integral que refleje los principios de la macroergonomía.
- La metodología tiene un marco teórico subyacente.
- A diferencia de la microergonomía, MEAD aborda los problemas ambientales y organizativos del sistema más amplio.

## Desventajas

- Debido a su naturaleza integral, toma tiempo para ejecutarse.
- Aún podría beneficiarse de pruebas adicionales de fiabilidad y validez en una amplia variedad de dominios.



# Cuestionario de Compatibilidad Macroergonómica

Se desarrolla para medir la compatibilidad macroergonómica de los sistemas de manufactura, así como de los factores y elementos macroergonómicos que lo componen.

Debido a que las PM sirven como punto de partida para medir dicha compatibilidad, se busca medir también la importancia asignada a estas prácticas para cada uno de los elementos macroergonómicos.

Los 2 conceptos fundamentales de investigación en el CCM serían:

1. Obtener información sobre la aplicación de PM en las empresas y la percepción que tienen los trabajadores sobre las mismas.
2. Determinar la importancia que dan los trabajadores a la aplicación de PM respecto a un determinado elemento de su empresa.





# Compatibilidad Macroergonómica

La Compatibilidad Macroergonómica se puede definir como la capacidad que poseen los elementos de la tecnología, las restricciones organizacionales, las tareas y el ambiente para integrarse (adaptarse) y operar con el elemento humano dentro de un sistema trabajo de manera eficiente, agradable y ordenada.



# Cuestionario de Compatibilidad Macroergonómica

1. Nombre de la empresa   
nombre de la empresa se utiliza sólo para fines de estudio, no se dará a conocer.
2. Género de la persona que responde la encuesta: Masculino  Femenino
3. Puesto que actualmente desempeña \_\_\_\_\_
4. Antigüedad en la empresa \_\_\_\_\_
5. Tipo de sistema de manufactura que maneja su empresa
- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| Celular            | <input type="checkbox"/> |
| Flexible           | <input type="checkbox"/> |
| Híbrido            | <input type="checkbox"/> |
| Otro (especifique) | _____                    |
6. Indique cuáles de los siguientes los Programas de Ergonomía aplica dentro del sistema de manufactura de su organización
- |   |                          |
|---|--------------------------|
| Ergonomía Participativa   | <input type="checkbox"/> |
| Grupo focal   | <input type="checkbox"/> |
| Análisis y diseño macroergonómico (Macroergonomic analysis and design, MEAD)              | <input type="checkbox"/> |
| Análisis macroergonómico de la estructura (Macroergonomic Analysis of Structure. MAS)     | <input type="checkbox"/> |
| Estudio de laboratorio (Simular un caso en laboratorio)                                   | <input type="checkbox"/> |
| Experimento de campo  | <input type="checkbox"/> |
| Cuestionario  | <input type="checkbox"/> |
| Entrevista  | <input type="checkbox"/> |
| Métodos microergonómicos (Análisis postural con REBA, RULA, NIOSH, OCRA, Suzanne Rodgers) | <input type="checkbox"/> |
| Otro (especifique):   | <input type="checkbox"/> |



# Compatibilidad Macroergonómica

## SECCIÓN II. NIVEL DE APLICACIÓN DE PRÁCTICAS MACROERGONÓMICAS

### Instrucciones

Para contestar el cuestionario utilice la plantilla que se expone a continuación y un bolígrafo. Favor de contestar todas y cada una de las preguntas. Indique el nivel en el que está usted de acuerdo con la aplicación de las siguientes prácticas macroergonómicas.

#### Evaluación de aspectos humanos

En su empresa:

	Totalmente en desacuerdo	Muy en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.1a Se hacen contrataciones/asignaciones de tarea con base en la educación, habilidades y el conocimiento de los trabajadores	1	2	3	4	5
1.1b Se promueve la educación, la adquisición de habilidades y conocimiento por parte de los trabajadores	1	2	3	4	5
1.2a Se toman en consideración la motivación y las necesidades de los trabajadores	1	2	3	4	5
1.2b Se motiva a los trabajadores a realizar su trabajo mediante la solución de problemas	1	2	3	4	5
1.2c Se le brinda ayuda laboral al trabajador que lo necesita	1	2	3	4	5
1.2d Existen oportunidades de promoción y crecimiento laboral	1	2	3	4	5
1.3a Se consideran las características físicas de los trabajadores para la asignación de tareas	1	2	3	4	5
1.3b Se presta atención al trabajador cuando presenta molestias físicas	1	2	3	4	5
1.3c Se estudian/analizan las causas de molestias físicas en los trabajadores	1	2	3	4	5
1.4a Se consideran las características psicológicas de los trabajadores para la asignación de tareas	1	2	3	4	5
1.4b Se presta atención al trabajador cuando presenta malestares psicológicos como estrés mental, depresión, etc.	1	2	3	4	5
1.4c Se estudian/analizan las causas de malestares psicológicos en los trabajadores	1	2	3	4	5
1.4d Las tareas están diseñadas con el fin de que los trabajadores no presenten malestares psicológicos: estrés mental, depresión, entre otras.	1	2	3	4	5
1.4e Las tareas están diseñadas con el fin de que los trabajadores se sientan satisfechos con su trabajo	1	2	3	4	5

#### Evaluación de condiciones administrativas de la organización

En su empresa:

	Totalmente en desacuerdo	Muy en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Totalmente de acuerdo
2.1a Los trabajadores realizan sus tareas en equipo	1	2	3	4	5



# REVISIÓN DE LITERATURA DE FACTORES DE COMPATIBILIDAD MACROERGONÓMICA

Fuente	Persona	Educación, Habilidades, conocimientos	Motivación y necesidades	Características físicas	Características psicológicas	Organización	Trabajo en equipo, coordinación, comunicación	Cultura organizacional y de seguridad	Horarios de trabajo	Relaciones sociales	Estilo de supervisión y administración
Carayon y Smith (2000)	a	a	a	a	a	a					
Clegg (2000)	a	a	a		a	a	a	a			a
Karwowski (2001)	a	a		a	a	a	a	a	a		a
Erensal y Albayrak (2004)	a	a	a		a	a	a	a			
Sluga, Butala, Peklenik(2005)							a				
Carayon et al. (2006)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Kleiner (2006)	a					a					
Holden, Or, Alper, Rivera, Karsh (2008)	a	a	a				a	a		a	a
Koyuncu, Kurt y Erensal (2011)	a	a			a						
Carayon (2012)	a	a		a	a	a	a	a	a		



# REVISIÓN DE LITERATURA DE FACTORES DE COMPATIBILIDAD MACROERGONÓMICA

Fuente	Evaluación del desempeño, recompensa e incentivos	Tecnología	Tecnología de la información	Tecnología de Manufactura Avanzada	Características de FH en tecnologías y herramientas	Tareas	Variedad de tareas	Contenido de trabajo, desafío y utilización de habilidades	Autonomía, control de trabajo y participación	Demanda de trabajo (carga mental, tiempo, atención, etc.)	Ambiente
Carayon y Smith (2000)		a				a	a	a	a	a	a
Clegg (2000)	a	a				a					
Karwowski (2001)	a										a
Erensal y Albayrak (2004)											a
Sluga, Butala, Peklenik(2005)		a	a			a					
Carayon et al. (2006)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Kleiner (2006)		a				a					a
Holden, Or, Alper, Rivera, Karsh (2008)		a				a		a	a		a
Koyuncu, Kurt y Erensal (2011)						a	a				a
Carayon (2012)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a



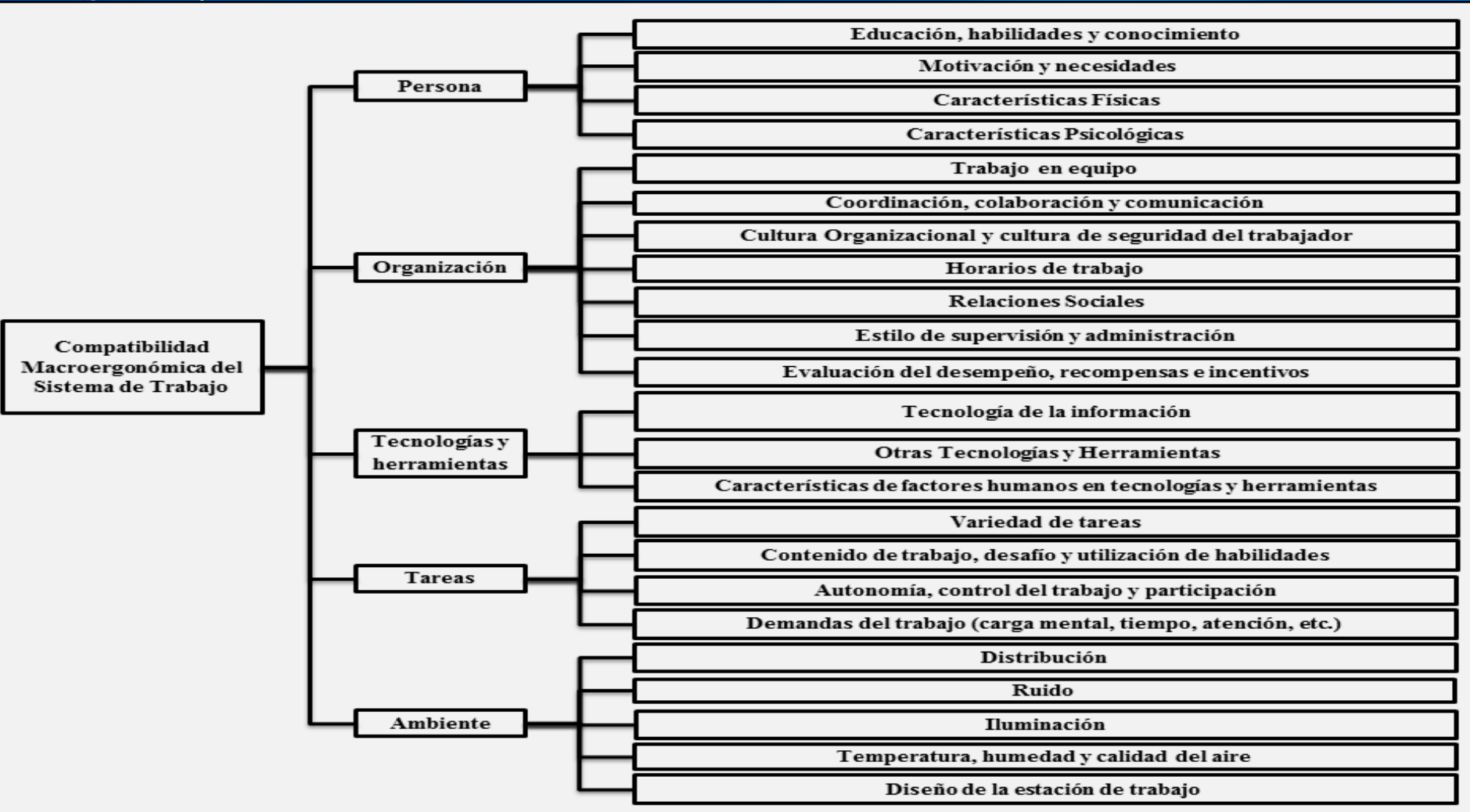
# REVISIÓN DE LITERATURA DE FACTORES DE COMPATIBILIDAD MACROERGONÓMICA

Fuente	Distribución	Iluminación	Ruido	Temperatura, humedad, calidad del aire	Diseño de la estación de trabajo
Carayon y Smith (2000)	a	a	a	a	
Karwowski (2001)	a	a	a		
Erensal y Albayrak (2004)					a
Carayon et al. (2006)	a	a	a	a	a
Carayon (2012)	a	a	a	a	





# Descomposición del Sistema de trabajo. Variables preliminares para la evaluación de sistemas de manufactura





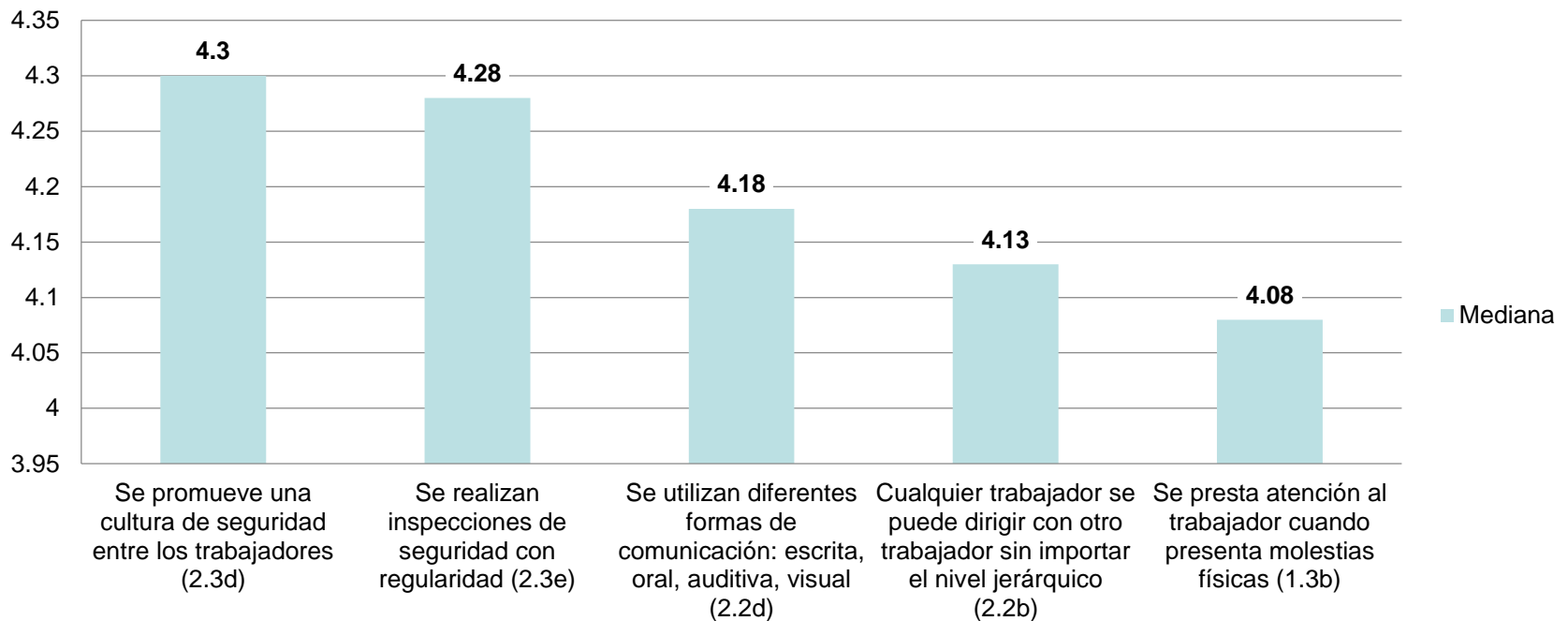
# Número ordinal y su correspondiente valor de asociación

Término lingüístico	Número ordinal
Totalmente en desacuerdo	1
Muy en desacuerdo	2
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
Muy de acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5



# Tabla general de estudio descriptivo a empresas maquiladoras.

**5 Prácticas macroergonómicas mas expendidas de acuerdo al NIVEL DE ACUERDO EN LA APLICACIÓN DE PRÁCTICAS MACROERGONÓMICAS DE MANERA GENERAL**

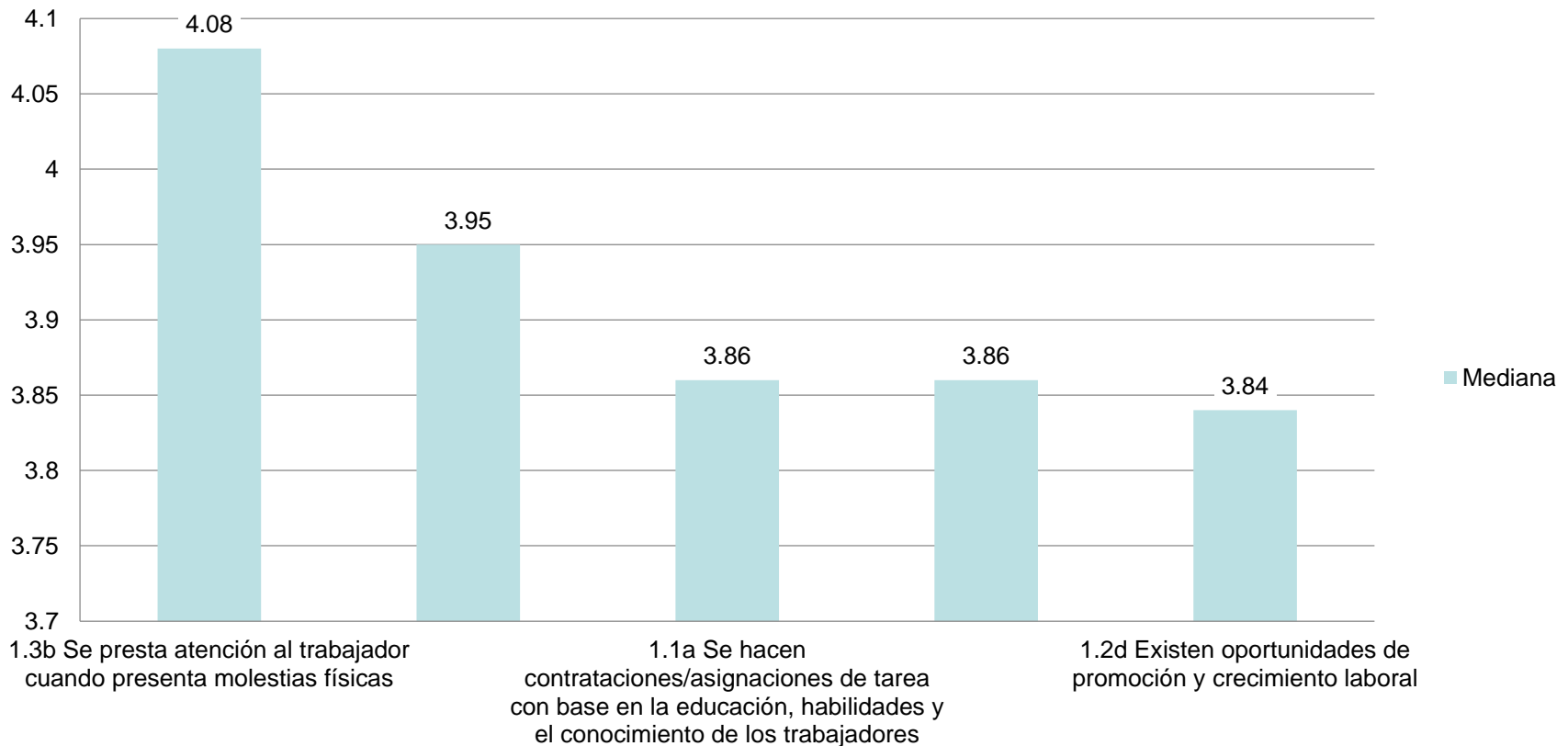


Término lingüístico	Número ordinal
Totalmente en desacuerdo	1
Muy en desacuerdo	2
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
Muy de acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5



# Factores Macroergonómicos

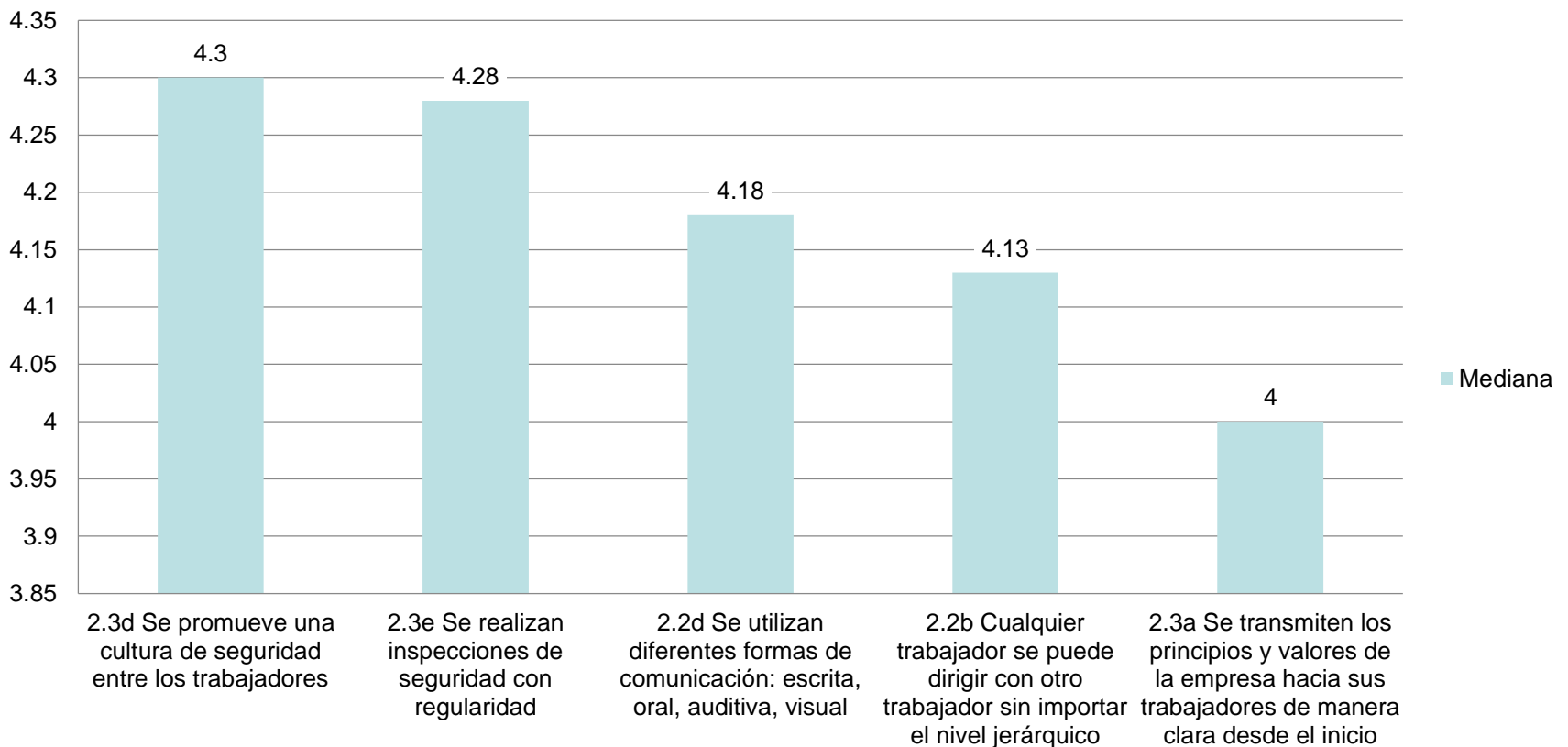
**Nivel de acuerdo de aplicación de prácticas macroergonómicas. Factor Persona (Mayor)**





# Factores Macroergonómicos

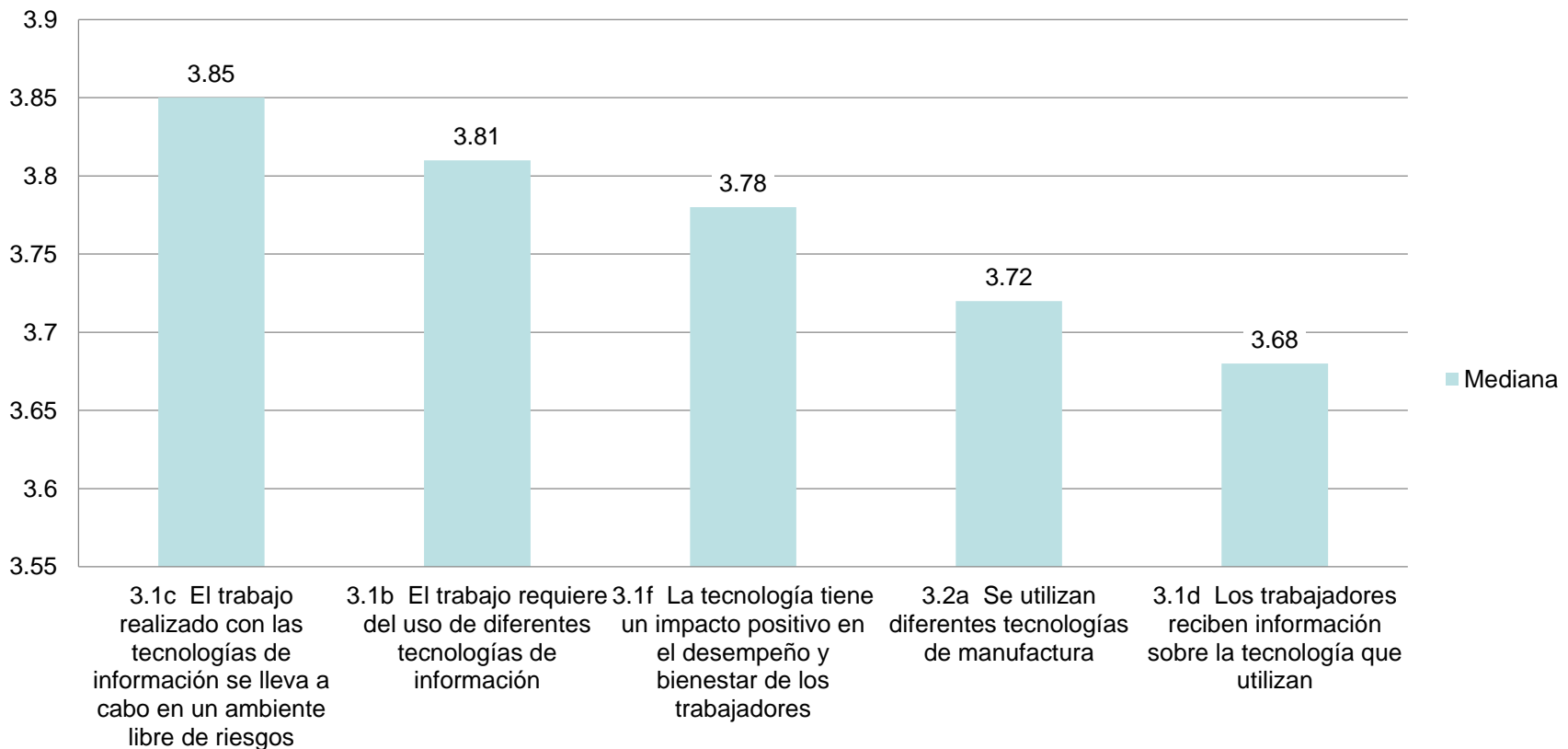
## 5 Prácticas Macroergonómicas más importante Nivel de acuerdo de aplicación de prácticas macroergonómicas. Factor Organización (Mayor)





# Factores Macroergonómicos

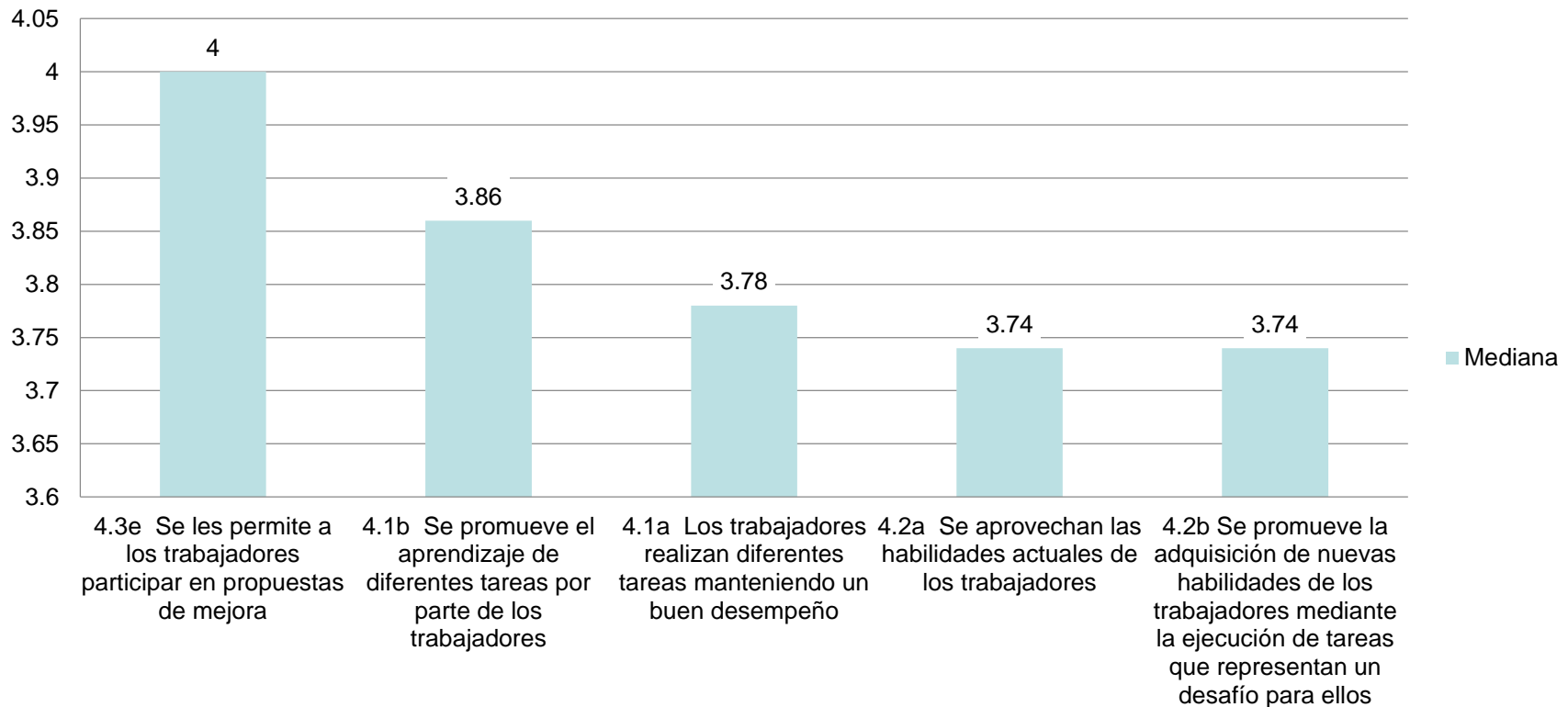
## 5 Prácticas Macroergonómicas mas extendidas Nivel de acuerdo de aplicación de prácticas macroergonómicas. Factor Tecnología y Ambiente





# Factores Macroergonómicos

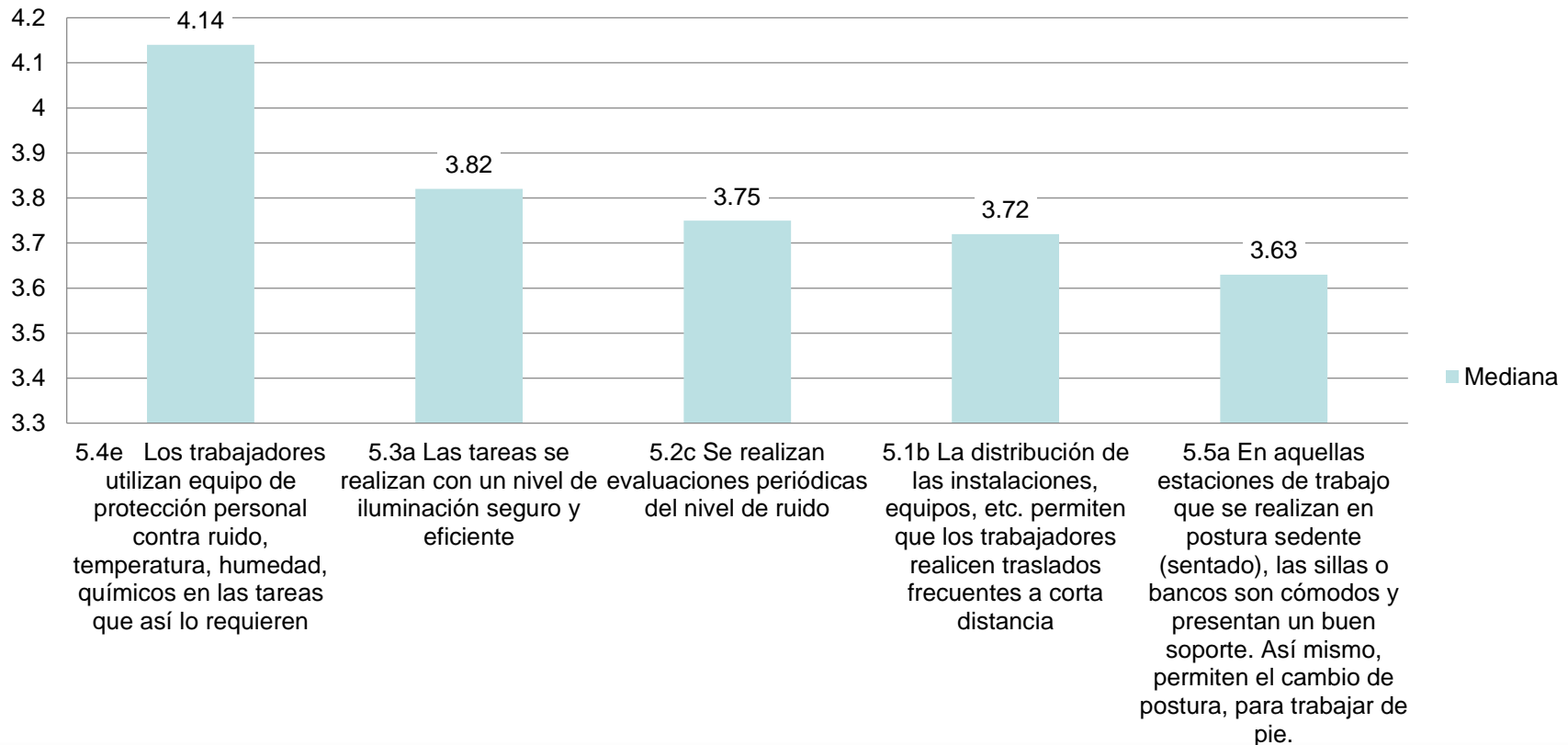
## 5 Practicas con mayor Nivel de acuerdo de aplicación de prácticas macroergonómicas. Factor Tareas





# Factores Macroergonómicos

**Nivel de acuerdo de aplicación de prácticas macroergonómicas. Factor Ambiente (Mayor)**







# Reto: La Macroergonomía y la Cultura de seguridad

El estado resultante del sistema de "seguridad" puede entenderse como una propiedad emergente resultante de interacciones dinámicas entre personas, tecnología, administración, etc.

De manera similar, los conceptos de cultura de seguridad dan una primicia de ser sistémico en el sentido de representar un estado holístico emergente en una organización.





# Cultura de seguridad como sistema

En primer lugar, todas las culturas pueden ser percibidas como sistemas, pero defender la proposición de que todos los sistemas son culturas parece absurda.

Ya que un sistema no está ligado a entidades naturales o no naturales predefinidas y específicas.





# Cultura de seguridad como sistema

La seguridad no puede ser comprendida completamente alejada de un sistema tecnológico o aislada de las personas que construyen y utilizan el sistema.

Por lo tanto, debemos por lo menos considerar a las personas como subsistema específico dentro del sistema sociotécnico.

La cultura es un concepto orientado a las personas, pero la cultura trasciende a los individuos.





# Macroergonomía y Cultura de la Seguridad

La macroergonomía, relacionada con la teoría de sistemas sociotécnicos (Karsh, 2014) y la cultura de seguridad son áreas robustas en la investigación de seguridad y ergonomía.





# Sistema de Trabajo

Incluye:

- El subsistema tecnológico que define las herramientas y tecnologías de cómo se realiza el trabajo (incluidos los aspectos estructurales "no humanos" del trabajo).
- El subsistema personal define quién realiza el trabajo.
- El diseño organizacional incluye el diseño estructural y la jerarquía de una organización (complejidad, formalización y centralización, Bedeian y Zammuto, 1991) y procesos.
- Entorno físico incluye factores ambientales, ruido, temperatura, vibración iluminación entre otros.
- Si un sistema de trabajo está mal diseñado y los subsistemas están desalineados, el clima de seguridad se verá afectado negativamente.



# Cultura de Seguridad

El estudio de la cultura de seguridad se basa en la percepción de los trabajadores.

Es la percepción compartida de los trabajadores sobre las políticas, procedimientos y prácticas de su organización en relación con el valor y la importancia de la seguridad dentro de esa organización (Griffin y Neal, 2000, Zohar, 1980, 2000, 2002, 2003).

Uno de los factores más consistentes que contribuyen a la cultura de seguridad es un sólido compromiso de gestión con la seguridad.



# Cultura de Seguridad

"Si bien no existe una definición única universalmente aceptada de clima de seguridad, existe un acuerdo bastante amplio de que el apoyo de la administración a la seguridad y la importancia general de la seguridad dentro de la organización son aspectos clave del clima de seguridad" (Dejoy et al., 2004).

Leveson (2004) y Checkland (1981) también han indicado que la actividad de gestión en un sistema (es decir, organización) restringe / influye en la actividad de los trabajadores a niveles jerárquicos inferiores.



# Cultura de Seguridad

Utiliza las percepciones de los empleados para medir las discrepancias entre las políticas y prácticas formales e informales, la macroergonomía intenta identificar explícitamente esas brechas usando métodos como el Análisis y Diseño Macroeconómico de Kleiner (2004) y la Iniciativa de Ingeniería de Sistemas para la Seguridad del Paciente (SEPA) (Carayon et al., 2006, 2014, Holden et al., 2013)





# Conclusión

Lo que surgió de una necesidad práctica de relevancia e impacto futuros se ha convertido en una subdisciplina básica de los factores humanos y la ergonomía.

Aunque la necesidad de considerar la gestión organizativa y el diseño en factores humanos se identificó hace 30 años, hay desafíos por delante.

La macroergonomía se ha aplicado en el diseño y rediseño de grandes (Kleiner, 2002), típicamente con resultados a gran escala.

La macroergonomía también ha contribuido a afectar a las comunidades y, por lo tanto, tiene implicaciones sociales.

La compatibilidad macroergonómica es una cualidad de los sistemas de manufactura a la cual puede proveerse un índice efectivo y claro para su evaluación y seguimiento.



# Reto y conclusión

El concepto de clima de seguridad debe ser complementado con un enfoque macroergonómico en el diseño de sistemas para poder identificar las interfaces humano-tecnología-organización que afectan positiva y negativamente la percepción de seguridad en los trabajadores de una organización.



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN!





# CONTACTO

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ
  - [amaldona@uacj.mx](mailto:amaldona@uacj.mx)
  - [araaide72@yahoo.com](mailto:araaide72@yahoo.com)

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD JUÁREZ

- [amaldonado@itcj.edu.mx](mailto:amaldonado@itcj.edu.mx)
- SKYPE amaldona1032



# BIBLOGRAFÍA

- Åberg J (1997) Det rationella och det legitima: En studie av utvärderingarnas teori och praktik.
- Anonymous (2011) Sesión 8: Tipos de Sistemas de Manufactura.
- Bayou ME, de Korvin A (2008) Measuring the leanness of manufacturing systems—A case study of Ford Motor Company and General Motors. *J Eng Technol Manag* 25:287–304. doi: 10.1016/j.jengtecman.2008.10.003
- Bedeian, A.G., Zammuto, R.F., 1991. *Organizations: Theory and Design*. Dryden Press, Chicago.
- Bernal M, Cock G, Restrepo J (2015) Productividad en una celda de manufactura flexible simulada en promodel utilizando path networks type crane. *Tecnura* 19:133–144. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.2.a10
- Carayon, P. and Smith, M.J. (2000), *Work organization and ergonomics*, *Appl. Ergonomics*, 31, 649–662.
- Carayon, P., & Hoonakker, P. (2004). Macroergonomic Organizational Questionnaire Survey (MOQS). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*, (November 2016), 10–76. <https://doi.org/doi:10.1201/9780203489925.ch76>
- Carayon, P., 2009. The balance theory and work system model. . .twenty years later. *International Journal of Human-Computer Interaction* 25, 313–327.



# BIBLOGRAFÍA

- Carayon, P., Hundt, A.S., Karsh, B.-T., Gurses, A.P., Alvarado, C.J., Smith, M., Brennan, P.F., 2006. Work system design for patient safety: the SEIPS model. *Quality and Safety in Health Care* 15, i50–i58.
- Carayon, P., Smith, M.J., 2000. Work organization and ergonomics. *Applied Ergonomics* 31, 649–662.
- Chapanis A (1996) *Human Factors in Systems Engineering*. John Wiley & Sons, New York
- Chapanis, A., 1965. *Man–Machine Engineering*. Wadsworth Publishing Company, Belmont, CA.
- Checkland, P., 1981. *Systems Thinking, Systems Practice*. John Wiley & Sons, New York.
- Chryssolouris G (2013) *Manufacturing Systems: Theory and Practice*. Springer Science & Business Media, New York
- Cochran D, Arinez J, Duda J, Linck J (2002a) A decomposition approach for manufacturing system design. *J Manuf Syst* 20:371–389. doi: 10.1016/S0278-6125(01)80058-3
- Comin D (2010) Total Factor Productivity. In: Durlauf S, Blume L (eds) *Economic Growth*, 2nd edn. Palgrave Macmillan UK, pp 260–263
- Crutchfield E (2014) *Developing Human Capital in American Manufacturing: A Case Study of Barriers to Training and Development*. Taylor & Francis, New York
- Dejoy, D.M., Schaffer, B.S., Wilson, M.G., Vandenberg, R.J., Butts, M.M., 2004. Creating safer workplaces: assessing the determinants and role of safety climate. *Journal of Safety Research* 35, 81–90.
- Eraso O (2008) *Procesos de manufactura en ingeniería industrial*.



# BIBLOGRAFÍA

- Folds, D.J. y Mitta, D.A. (1995), Using operator role theory to guide function allocation in system development en, Proceeding of the Human Factors and Ergonomics Society 39th Annuals Meeting, pp 1155-1159.
- Fontana, A. and Frey, J.H. (2000), The interview from structured questions to negotiated text, in Handbook of Qualitative Research Methods, Denzin, N. and Lincoln, Y., Eds., Sage, Thousand Oaks, CA, pp. 645–672.
- Gontigo, L. y Souza, R.J. (1994), Ergonomics Work Analysis in Organization Design and Managemen, Bradley, S.E. y Hendrick, H.
- Griffin, M.A., Neal, A., 2000. Perceptions of safety at work: a framework for linkingsafety climate to safety performance, knowledge, and motivation. Journal ofOccupational Health Psychology 5, 347–358.
- Groover M (1997) Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. Naucalpan de Juárez.
- Guillevic, C. (1991), Psychologie du travail, Ed. Nathan, Paris.
- Hall, A.D. (1969), A three dimensional morphology of systems engineering, IEEE Trans. Syst. Sci. Cybernetics, 5, 156–160.
- Haslam, R.A., Hide, S.A., Gibb, A.G.F., Gyi, D.E., Pavitt, T., Atkinson, S., Duff, A.R., 2005. Contributing factors in construction accidents. Appl. Ergon. 36 (4), 401–415
- Hendrick, H. W., & Kleiner, B. M. (2001). Macroergonomics: An introduction to work system design. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.



# BIBLOGRAFÍA

- Hendrick, H. W., & Kleiner, B. M. (Eds.). (2002). *Macroergonomics: Theory, methods and applications*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hendrick, H.W. (1994), Human factors in ODAM; Past, Present, and future, en Bradley, S.E. y Hendrick, H.W. (eds.), *Human factors in Organizational Design and Management - IV*, pp 3-8.
- Hendrick, H.W. and Kleiner, B. (2001), *Macroergonomics: An Introduction to Work System Design*, Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica, CA.
- Hendrick, H.W., 1995. Future directions of macroergonomics. *Ergonomics* 38, 1995.
- Hendrick, H.W., 1997. Organizational design and macroergonomics. In: Salvendy, G.(Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. , 2nd ed. Wiley, New York,pp. 594–636.
- Hendrick, H.W., 2002. An overview of macroergonomics. In: Hendrick, H.W., Kleiner,B.M. (Eds.), *Macroergonomics: Theory, Methods, and Applications*. LawrenceErlbaum Associates, Mahwah, NJ, pp. 1–23.





# BIBLOGRAFÍA

- Holden R, Carayon P, Gurses A, et al (2013) SEIPS 2.0: A human factors framework for studying and improving the work of healthcare professionals and patients. *Ergonomics* 56:1–30. doi: 10.1080/00140139.2013.838643
- Holden, R.J., Carayon, P., Gurses, A.P., Hoonakker, P., Hundt, A.S., Ozok, A.A., Rivera-Rodriguez, A.J., 2013. SEIPS 2.0: a human factors framework for studying and improving the work of healthcare professionals and patients. *Ergonomics* 56,1669–1686.
- International Ergonomics Association, 2000. Retrieved December 5, 2010.[http://www.iea.cc/01what/What is Ergonomics.html](http://www.iea.cc/01what/What%20is%20Ergonomics.html)
- Karlsson O (1999) *Utvärdering – mer än metod (Evaluation - More Than Methods)*. Svenska Kommentus Förlag, Stockholm
- Karsh, B.-T., Waterson, P., Holden, R.J., 2014. Crossing levels in systems ergonomics: a framework to support ‘mesoergonomic’ inquiry. *Applied Ergonomics* 45, 45–54.
- Karwowski, W., Kantola, J., Rodrick, D., Salvendy, G., 2002. Macroergonomic aspects of manufacturing. In: Hendrick, H.W., Kleiner, B.M. (Eds.), *Macroergonomics: Theory, Methods, and Applications*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, pp. 223–248.
- Kleiner, B. M. (2002). Macroergonomics in large-scale organizational change. In H. W. Hendrick & B. M. Kleiner (Eds.), *Macroergonomics: Theory, methods and applications* (pp. 273–289).
- Kleiner, B. M. (2006). Macroergonomics: Analysis and design of work systems. *Applied Ergonomics*, 37, 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.07.006>
- Kleiner, B. M. (2014). *Macroergonomics: Work System Analysis and Design*. <https://doi.org/10.1518/001872008X288501>



# BIBLOGRAFÍA

- Kleiner, B. M. (2014a). *Macroergonomics: Work System Analysis and Design*. SAGE. <https://doi.org/10.1518/001872008X288501>
- Kleiner, B., 2004. Macroergonomic analysis and design (MEAD). In: Stanton, N.A., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., Hendrick, H.W. (Eds.), *Handbook of Human Factors and ergonomics methods*. CRC Press, New York, pp. 90-1–90-7.
- Kleiner, B.M., 2002. Computer-aided macroergonomics for improved performance and safety. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing* 12, 307–319.
- Kleiner, B.M., 2006. Macroergonomics: analysis and design of work systems. *Applied Ergonomics* 37, 81–89.
- Kleiner, B.M., 2008. Macroergonomics: work system analysis and design. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 50, 461–467.
- Landín P (2011a) Máquinas y Mecanismos.
- Lange Morales, K., & García Acosta, G. (2011). La ergonomía como estructura de innovación en la ingeniería de proyectos de organizaciones productiva. *Acto Cumplido*, 1(May), 5–57.
- Leveson, N., 2004. A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science* 42, 237–270.
- Madriz, E. (2000), Focus groups in feminist research, in *Handbook of Qualitative Research Methods*, Denzin, N. and Lincoln, Y., Eds., Sage, Thousand Oaks, CA, pp. 645–672.
- Manyoma P (2011) Medición de la Flexibilidad en Manufactura. *Rev EIA* 61–76.
- Martínez C (2011) Tipificación y uso de los recursos de información en las organizaciones manufactureras. *Scire* 17:93–100.



# BIBLOGRAFÍA

- Mehrabi MG, Ulsoy AG, Koren Y (2000) Reconfigurable manufacturing systems: key to future manufacturing. *J Intell Manuf* 11:403–419. doi: 10.1023/A:1008930403506
- Mejía, S., Montero, R. y otros. (2004). El análisis multi-criterio: una herramienta de soporte para la implementación de programas de intervención macro ergonómica. *Ação ergonômica*, 1-6.
- Millar D, Millar I, Millar J, Millar M (2002) *The Cambridge dictionary of scientists*.
- Mondelo P, Gregori E, Barrau P (2004) *Ergonomía 1. Fundamentos: Diseño de puestos de trabajo*. Barcelona.
- Montero Martínez, R. (2002). Un paso hacia el futuro: el desarrollo de la macroergonomía. *Boletín Digital Factores Humanos*, 20(3), 9. Retrieved from <http://sites.google.com/site/rmonteromartinez/PublicacionsobreMacroergonomiaBFHnum.pdf>
- Moreno, S., Aguayo, F., Lama, J., & González, M. (2009). Diseño Macroergonomico de un sistema de mobiliario aplicación a un salón de estilismo. XVIII Congreso Internacional de Ingenieria de Proyectos, 8–10. Retrieved from [http://www.aepro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09\\_1995\\_2006.2704.pdf](http://www.aepro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09_1995_2006.2704.pdf)
- Mosard, G. (1982), A generalized framework and methodology for systems analysis, *IEEE Trans. Eng. Manage.*, 29, 81–87.
- Nagamachi, M. (2002), Kansei engineering in consumer product design, *Ergonomics Design*, 10, 5–9.
- Noro, K e Imada, A.S. (1991), *Participatory ergonomics*, Taylor & Francis, Londres.
- Öhrström P (1997) *Production System Evaluation. A Theoretical Analysis*. Linköping University.



# BIBLOGRAFÍA

- Olphert, C.W. y Harker, S.D.P. (1994), the ORDIT Method for Organizational Requirements Definition, en Bradley, S.E. y Hendrick, H.W.
- Pasmore, W.A., 1988. Designing Effective Organizations: The Sociotechnical Systems Perspective. Wiley, New York
- Preziosi, R. C. (1980). Organisational Diagnosis Questionnaire (ODQ). The 1980 annual handbook for group facilitators, 112–120.
- Rao RV (2007) Decision making in the manufacturing environment : using graph theory and fuzzy multiple attribute decision making methods. Springer
- Real Academica Española (2014) Diccionario de la Lengua Española.
- Robertson, M.M., Kleiner, B.M., O'Neill, M.J., 2002. Macroergonomic methods: assessing work system processes. In: Hendrick, H.W., Kleiner, B.M. (Eds.), Macroergonomics: Theory, Methods, and Applications. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, New Jersey, pp. 67–96.
- Rodríguez J, Castro L, del Real J (2006) Procesos industriales para materiales metálicos, 2nd edn. Vision Net, Madrid
- Rousseau, D.M., Ho, V.T., Greenberg, J., 2006. I-deals: idiosyncratic terms in employment relationships. Academy of Management Review 31, 977–994.
- Sáenz, L.M “Ergonomía & Diseño de productos. Propuesta metodológica para la docencia y la investigación”, 2003-2005, URL: [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/encuentro2007/02\\_auspicios\\_publicaciones/actas\\_diseno/articulos\\_pdf/A038.pdf](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2007/02_auspicios_publicaciones/actas_diseno/articulos_pdf/A038.pdf)
- Säfsten K (2002) Evaluation of assembly systems : An exploratory study of evaluation. Jönköping University.



# BIBLOGRAFÍA

- Sampere F, Miralles C, Romano C, Vincens E (2008) Aplicación de mejora de métodos de trabajo y medición de tiempos. Limusa, Mexico City
- Sanchez A, Madrid M (2007) Evaluación del Alineamiento estratégico TI - Negocio y su impacto en la productividad de las Pequeñas y Medianas Empresas del Cluster Minero en Antofagasta, Chile. In: Americas Conference on Information Systems (AMCIS). Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL), Colorado, pp 1–23
- Scriven M (1991) EvaluationThesaurus, 4th edn. SAGE Publications, Newbury Park, CA
- Seidman, I. (1998), Interviewing as Qualitative Research: A Guide for Researchers in Education and the Social Sciences, Teachers College Press, New York.
- Sinclair, M.A. (1995), Subjective assessment, in Evaluation of Human Work: A Practical Ergonomics Methodology, Wilson, J.R. and Corlett, E.N., Eds., Taylor & Francis, London, pp. 68–100.
- Smith A (2004) Architectural Model as Machine: A New View of Models from Antiquity to the Present Day. Architectural Press, Oxford.
- Smith, M.J., Carayon-Sainfort, P., 1989. A balance theory of job design for stressreduction. International Journal of Industrial Ergonomics 4, 67–79.
- Soriano-Meier H, Forrester P (2002) A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. IntegratedManufacturingSystemsJournalofManufacturingTechnologyManagement 13:104–109. doi: 10.1108/09576060210415437.



# BIBLOGRAFÍA

- Syverson C (2011) What Determines Productivity? J Econ Lit 49:326–365. doi: 10.1257/jel.49.2.326
- Thomas, J.P., Whitman, D.S., Viswesvaran, C., 2010. Employee proactivity in organizations: a comparative meta-analysis of emergent proactive constructs. Journal of Occupational and Organizational Psychology 83,275–300.
- Vargas, A. R., Luis, J., Alcaraz, G., & Blanco Fernández, J. (2016). Desarrollo y validación de un cuestionario de compatibilidad macroergonómica Developing and validating a macro-ergonomic compatibility questionnaire. Contaduría Y Administración, 61, 478–498. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2016.04.002>
- Vercruyssen, M. and Hendrick, H.W. (1990), Behavioral Research and Analysis: An Introduction to Statistics within the Context of Experimental Design, 3rd ed., Ergosyst, Lawrence, KS.
- Vinodh S, Chintha S (2011) Leanness assessment using multi-grade fuzzy approach. Int J Prod Res 49:431–445. doi: 10.1080/00207540903471494
- Wisner, A. (1984), Ergonomics or anthropotechnology, a limited or wide approach to working conditions in technology transfer,
- Wisner, A. (1997), Anthropotechnologie: vers un monde industriel pluricentrique, Octarès Éditions, Toulouse, France.
- Wrzesniewski, A., Dutton, J.E., 2001. Crafting a job: revisioning employees as active crafters of their work. Academy of Management Review 26, 179–201.



# BIBLOGRAFÍA

- Zink, K.J., 2002. A vision of the future of macro-ergonomics. In: Hendrick, H.W., Kleiner, B.M. (Eds.), *Macroergonomics: Theory, Methods, and Applications*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, pp. 347–358.
- Zohar, D., 1980. Safety climate in industrial organizations: theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology* 65, 96–102.
- Zohar, D., 2000. A group-level model of safety climate: testing the effects of group climate on microaccidents in manufacturing jobs. *Journal of Applied Psychology* 85, 587–596.
- Zohar, D., 2002. Modifying supervisory practices to improve subunit safety: a leadership-based intervention model. *Journal of Applied Psychology* 87 (1), 156–163.
- Zohar, D., 2003. Safety climate: conceptual and measurement issues. In: Quick, J.C., Tetrick, L.E. (Eds.), *Handbook of Occupational Health Psychology*. American Psychological Association, Washington, DC, pp. 123–142.
- Zohar, D., 2010. Thirty years of safety climate research: reflections and future directions. *Accident Analysis and Prevention* 42, 1517–1522.
- Zohar, D., Luria, G., 2003. The use of supervisory practices as leverage to improve safety behavior: a cross-level intervention model. *Journal of Safety Research* 34, 567–577.
- Zohar, D., Luria, G., 2005. A multilevel model of safety climate: cross-level relationships between organization and group-level climates. *Journal of Applied Psychology* 90, 616–628.