

ESTUDIO ERGONÓMICO DE LAS EXIGENCIAS BIOMECÁNICAS EN LA ALFARERÍA TRADICIONAL

ERGONOMIC STUDY OF THE BIOMECHANICAL REQUIREMENTS IN TRADITIONAL POTTERY

Claudia Isabel Rojas Rodríguez ¹

RESUMEN

La alfarería es el oficio que abarca todos los procesos cuyo insumo principal es la arcilla. En Boyacá, departamento de Colombia, existen varios sectores productivos informales, uno de ellos está conformado por los grupos familiares dedicados al oficio de la alfarería tradicional, ubicados principalmente en las ciudades de Tunja, Sogamoso y Ráquira. Allí se elaboran elementos para la industria de la construcción y utensilios ornamentales y utilitarios para el consumo local y para la industria del turismo. Desde sus inicios, ha sido una actividad familiar en la cual todos los miembros participan: niños, adultos y ancianos. Este proyecto tomó como punto de partida estudios ocupacionales previos aplicados a este grupo laboral, que establecieron como segundo riesgo, en orden de prevalencia, los problemas músculoesqueléticos, que fueron asociados con movimientos repetitivos y tareas realizadas fuera de ángulos de confort. Evaluar esta hipótesis fue el objetivo principal del este proyecto financiado por Colciencias, en el que se identificaron las tareas críticas para la salud de los trabajadores generadas por ausencia de ergonomía, y se plantearon algunos requerimientos de diseño bajo índices ergonómicos. El objeto de estudio estuvo conformado por 900 hornos rurales y urbanos en los que laboran alrededor de 4 800 personas. Fundamentalmente, se realizaron observaciones sistemáticas en los 219 hornos que conformaron la muestra estadística, que tuvo una confiabilidad de alrededor del 95 %. El análisis estadístico de los datos junto con la evaluación realizada con el método RULA, fueron fortalecidos con los resultados de las encuestas de morbilidad sentida, permitiendo no solo validar la hipótesis de trabajo, sino además identificar las características de diseño de las herramientas y equipos que por falta de consideraciones ergonómicas, potencializan los factores de riesgo que están afectando a la población en estudio.

Palabras clave: alfarería, ergonomía, tareas, postura, movimientos

ABSTRACT

Pottery is the office that involves all processes whose main input is clay. In Boyacá, Colombian department, there are several informal production sectors; one of them is made by family groups dedicated to the craft of traditional pottery, located mainly in the cities of Tunja, Ráquira and Sogamoso. There they develop elements for the construction industry and ornamental and utilitarian tools for local

consumption and for tourism industry. Since its inception this has been a family activity in which all members participate: children, adults and seniors. This project took as its starting point previous occupational studies applied to this labor group that established as a second risk in order of prevalence, musculoskeletal problems that were associated with repetitive movements and work performed beyond comfort angles. To evaluate this hypothesis, was the main objective of this project financed by COLCIENCIAS, which identified the critical tasks for the health of workers created by the absence of ergonomics, and raised some design requirements under ergonomic indices. The object of study consisted of 900 rural and urban furnaces in which about 4 800 people are working. Systematic observations were made primarily in the 219 kilns that made the statistical sample that had a reliability of around 95%. The statistical analysis of the data together with the evaluation made by RULA method, were strengthened by the results of surveys of felt morbidity, allowed not only validate the working hypothesis, but also identify the design features of the tools and equipment for lack of ergonomic considerations, potentiate the risk factors that are affecting the study population.

Keywords: pottery, ergonomics, tasks, posture, movements

INTRODUCCIÓN

La alfarería se reconoce como la actividad que abarca todos los procesos cuyo insumo principal es la arcilla. En Boyacá, departamento de Colombia, existen varios sectores informales, uno de los cuales está conformado por los grupos familiares dedicados al oficio de la alfarería tradicional, ubicados principalmente en las ciudades de Tunja, Sogamoso y Ráquira, en donde se elaboran elementos para la industria de la construcción, así como utensilios ornamentales y utilitarios para el consumo local y para la industria del turismo.

Desde sus inicios, al igual que en la actualidad, ha sido un trabajo familiar en el cual todos los miembros partici-

¹ Diseñadora industrial, especialista en Salud ocupacional, Magíster en Educación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Bogotá, Colombia

Correspondencia:

Claudia Isabel Rojas Rodríguez
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Tunja, Boyacá, Colombia
E-mail: Hclaudia.rojas@uptc.edu.co

Agradecimientos

La autora, agradece especialmente al grupo de estudiantes que conforman el semillero de investigación, quienes durante su proceso de formación realizaron de forma juiciosa y apasionada la recolección de los datos en las tres poblaciones de estudio, y colaboraron en la aplicación de los métodos de análisis ergonómico. De igual manera, se agradece a la Dirección de Investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC, y al Instituto Colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, Colciencias, entidades financiadoras del estudio.

pan: niños, adultos y ancianos. Esta labor se ha venido masificando, incluyendo un mayor número de trabajadores expuestos a los diferentes riesgos generados por las complejas particularidades propias del proceso, que ocasionan grandes riesgos para la salud.

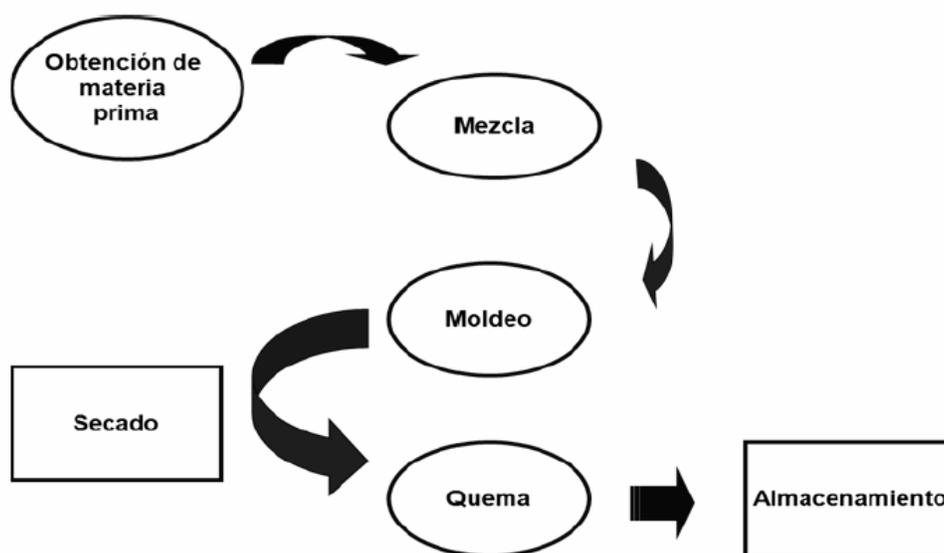
Esta actividad se ha convertido en la primera causa de morbilidad, debido al alto grado de insalubridad y contaminación generada por pérdida de gases de equipos, sustancias químicas del proceso, así como a actividades con alto contenido de carga física y construcciones carentes de especificaciones técnicas y sanitarias, que dan origen a problemas músculoesqueléticos, respiratorios y dermatológicos, según el estudio de salud ocupacional de la alfarería realizado por Almanza et al; el cual priorizó los problemas respiratorios y músculoesqueléticos como los riesgos más relevantes y comunes a todas las actividades del proceso

productivo¹.

El proceso alfarero

El proceso productivo inicia con la extracción de la arcilla en el terreno seleccionado del yacimiento. La arcilla es excavada con herramientas manuales, como picos y palas, y transportada a un patio en donde es extendida para su secado. La arena se extrae de manera similar, pero se apila para mantener su humectación. El proceso de secado se realiza aprovechando el calor del sol en un término de aproximadamente tres días, momento en el cual se tritura con la ayuda de herramientas para homogeneizar el grano y seleccionar y desechar las partículas no aptas para el producto (figura 1).

Figura 1
Macro-proceso de la alfarería tradicional



La arcilla secada se transporta junto con la arena al pozo de humectación, en donde se le adiciona el agua a través de mangueras o baldes y se realiza un mezclado manual con pala y azadón. La pasta formada es triturada por un molino cilíndrico de tornillo sinfín, activado por el desplazamiento humano o de un animal. Por la parte inferior del cilindro fluye la mezcla convertida en una pasta homogénea, de donde se recoge manualmente. La masa perfectamente confinada es llevada al interior del taller, en donde se realizan los diferentes procesos según la pieza a elaborar; incluyen, entre otras, operaciones de amasado, armado, corte con cuchillo, moldeo, alisado, raspado, enrollado y rallado (figura 2).

Estas operaciones son repetitivas hasta completar la tarea, dependiendo de las habilidades de cada trabajador y la cantidad de mezcla preparada; en algunos casos se emplean

moldes de acero curvado o yeso para acabados específicos de las piezas. Terminada la manufactura y dependiendo de las condiciones climáticas, el producto se deja en reposo durante dos o tres días, cuando es sometido al proceso de cepillado.

De manera simultánea con los procesos anteriores, se prepara el horno; la organización de las piezas en el interior obedece a las necesidades del quemado; una vez el fuego alcanza la parte superior, un operario suministra escoria sobre la cubierta para evitar que el fuego se pierda. Generalmente, la cantidad de carbón suministrada es de aproximadamente 4,5 toneladas por cocción. El tiempo de cargue depende de la habilidad de los operarios y la capacidad del horno; se trabaja con no más de diez personas, casi siempre del mismo núcleo familiar (figura 3).

Figura 2
Mezcla de material



Figura 3
Pintado de tejas



El tiempo de cocción oscila entre cinco y siete días, en donde se alcanzan temperaturas del orden de 900 a 950 ° C, después se deja enfriar lentamente en un tiempo de 3 a 4 días para evitar tensiones y agrietamiento de las piezas. Al tercer día de enfriamiento, se retira el sello de las puertas y la tapa superior para acelerar el proceso. Para el descargue laboran entre tres y cinco operarios, quienes llevan el producto al patio de almacenamiento para la venta.

MATERIAL Y MÉTODO

Con el objetivo de identificar de manera particular las actividades que por alto contenido de carga física o movimientos inconvenientes son críticas para la salud del trabajador, se realizó este estudio con el apoyo de Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Colciencias) y la Dirección de Investiga-

ciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).

El análisis de la información recolectada se realizó atendiendo el factor humano como elemento vulnerable a las consecuencias de unas condiciones de trabajo inapropiadas, a través de un proceso de observación y análisis de los diferentes movimientos y esfuerzos que de manera cotidiana deben realizar los trabajadores durante las operaciones requeridas por el oficio de la alfarería en los municipios de estudio, describiendo sus factores causales de tal manera que pudieran relacionarse posteriormente con requerimientos de diseño de herramientas que atiendan los desajustes identificados.

El primer momento estuvo designado a la identificación del universo y la muestra representativa para el estudio. Ya que los documentos oficiales del sector alfarero utilizan como unidad de registro los hornos matriculados en las secretarías del consejo municipal de

cada población, se estableció como unidad primaria para el estudio *el horno*, y como unidades secundarias a los trabajadores activos de cada unidad de los cascos urbano

y rural. Los marcos de observación para el estudio quedaron conformados como se relaciona en la tabla 1.

Tabla 1
Conformación de la muestra estadística de unidades de análisis

Población	Diseño muestral	Tamaño de la muestra
Tunja	Conglomerado en dos etapas	42 hornos
Ráquira. Estrato 1: zona urbana	Muestreo aleatorio simple	26 hornos
Ráquira. Estrato 2: zona rural	Censo en la vereda de interés del estudio	58 hornos
Sogamoso	Muestreo aleatorio simple, tomado sobre base cartográfica	63 hornos

Para el caso de Ráquira rural, debido a la disgregación de los hornos, se consideró conveniente establecer la muestra mediante censo, el cual fue realizado en la vereda Agua Buena, establecida de mayor interés para la investigación, pues allí el 80 % de las familias se dedica al oficio y se encuentra la mayor variabilidad en número y tipo de procesos y productos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características generales de la unidad investigativa

En general, la población alfarera de los tres municipios es bastante homogénea. La mayoría de los trabajadores son personas adultas con edades de 18 a 55 años; alrededor del 7 % de los trabajadores son adultos mayores, y en igual porcentaje son niños. De estos trabajadores, alrededor del 40 % corresponden al género femenino.

Análisis biomecánico de carga física

La criticidad de las actividades y operaciones se determinó a través de la observación, teniendo en cuenta la postura adoptada en el desarrollo de la tarea, los movimien-

tos fuera de los ángulos de confort de cada segmento corporal, y el número de repeticiones requeridas para cada una de las operaciones. Estos resultados fueron confirmados con el método de análisis ergonómico RULA.

Para cada una de las actividades del proceso, se elaboró el diagrama de recorrido, para determinar la relación entre operaciones, así como la modelación postural de cada operación. Desde estos datos se determinó el nivel de criticidad evidente, el cual se registró en el cuadro resumen de datos. Posteriormente se relacionó el pertinente análisis general de operaciones por actividad desde las principales variables.

A continuación se relaciona el análisis completo de la operación “traslado de piezas”, que hace parte de la actividad de moldeo, con el objetivo de ejemplificar el análisis que se realizó a cada actividad del proceso en los tres municipios de estudio.

La figura 4 presenta el diagrama de recorrido para las operaciones correspondientes al moldeo.

De esta actividad se relaciona como ejemplo la operación número 7 (traslado de piezas) para describir su análisis, modelación y el nivel de criticidad arrojado tanto por análisis estadístico, como por el método de evaluación ergonómica RULA. Estos resultados se observan en la figura 5.

Figura 4
Modelo diagrama de recorrido (moldeo de piezas)

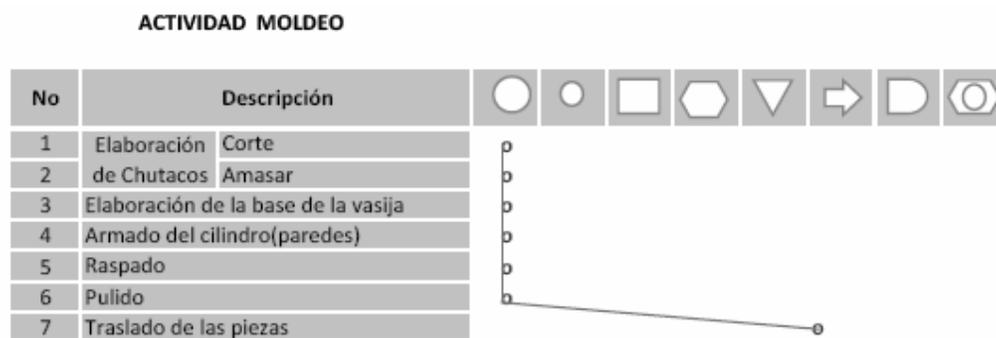


Figura 5
Resultados obtenidos en la evaluación de la operación de traslado de piezas



TRASLADO DE LAS PIEZAS

N° Operaciones	38,84	
Fuerza	Excesiva	63,2%
	Media	31,6%
	Moderada	5,3%
Peso	30,2Kg	
Tiempo	10,47min	
Postura	Bípeda Extrema	

SEGMENTOS CORPORALES INVOLUCRADOS EN LA TAREA

Segmento	Movimiento	Angulos de No Comfort	Repeticiones
Miembro Superior	Flexión	-	-
Rodilla	Flexión	11%	2
Columna	Flexión	83.30%	2

Las piezas son trasladadas de un lado a otro y dejadas al aire libre bajo techo o sobre los hornos para agilizar el proceso de secado para ser cocidas. Se observan

los resultados estadísticos de las variables de fuerza postura y movimiento para esta actividad en la tabla 2.

Tabla 2
Resumen de la tarea de traslado de piezas

Número de veces que el trabajador realiza la actividad		Promedio		
		38,84		
Fuerza	Excesiva	63,2 %		
	Media	31,6 %		
	Moderada	5,3 %		
	No aplica	0 %		
Peso		Tiempo		
Promedio	30,2	Promedio	10,47 min	
Posición de trabajo: El 100 % de los trabajadores realiza esta tarea en una posición bípeda extrema				
Segmentos corporales involucrados en la tarea				
Segmento	Movimiento	Mínimo	Promedio	Máximo
Miembro superior	Flexión	30	76,16	42
Rodilla	Flexión	20	43,83	80
Columna	Flexión	24	33,31	45

En el caso de las piezas de mayor tamaño, la fuerza es excesiva y el traslado requiere sobreesfuerzos, ya que se deben trasladar más de 200 piezas en un día; para las piezas pequeñas, la fuerza es moderada, pero aun así, la actividad es repetitiva y por esto fue evaluada como crítica.

La actividad de moldeo se realiza mediante ocho operaciones diferentes; de éstas solamente dos no resultaron valoradas como críticas, ya que se manipula poco peso; sin embargo, las posturas adoptadas para su realización se encuentran fuera

de ángulos de confort.

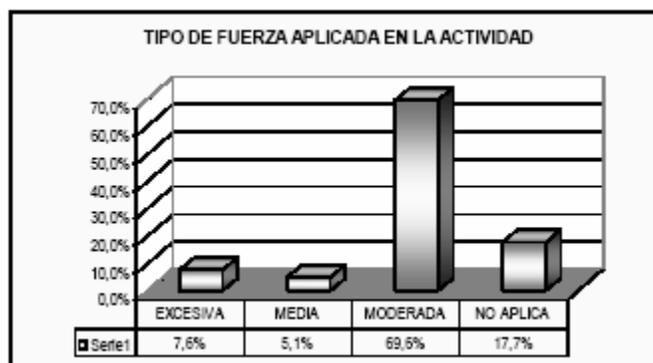
La tabla 3 presenta el resumen de esta evaluación con los principales criterios contemplados.

Se encontró también que en esta actividad el número promedio de veces que un trabajador realiza una operación es de 98,6 en días de alta producción. El tiempo promedio utilizado es de 132,14 min por operación, con un levantamiento de peso promedio de 3,76 kg. Los porcentajes del tipo de fuerza aplicada en el desarrollo de la actividad se presentan en la figura 6.

Tabla 3
Evaluación de la actividad de moldeo

Operación	Evaluación	Criterios de evaluación
Corte	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Ángulos de movimiento por fuera de los ángulos de confort para los segmentos corporales involucrados en la tarea. • Rotación y desviación de la columna.
Amasado	No crítica	<ul style="list-style-type: none"> • No se maneja peso alguno. • Ángulos dentro de lo establecido.
Elaboración de la base de la vasija	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Ángulos de movimiento por fuera de los ángulos de confort para los segmentos corporales involucrados en la tarea. • Tiempo prolongado en la ejecución de la tarea.
Armado del cilindro	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Inclinación de la columna por tiempo prolongado. • Ángulos de movimiento por fuera de los ángulos de confort ideales para los movimientos de los segmentos corporales involucrados en la tarea.
Raspado	No crítica	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica peso, y además la fuerza aplicada es baja.
Pulido	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Gran número de repeticiones de los movimientos. • Ángulos de movimiento por fuera de los ángulos de confort ideales para los movimientos de los segmentos corporales involucrados en la tarea.
Traslado de la pieza	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • El número de repeticiones es grande. • Se debe cargar un peso considerable.

Figura 6
Distribución del tipo de fuerza empleada en el moldeo



La operación de traslado de las piezas es la que requiere en mayor porcentaje una fuerza excesiva; las demás requieren fuerzas moderadas para su ejecución. La actividad es desarrollada en su mayoría en posición de pie y semiarrodillado. En la figura 7 se aprecian los porcentajes por postura adquirida.

Se estableció también a través de los datos el porcentaje de intervención requerido para cada segmento corporal en las operaciones de la actividad; estos datos se correlacionaron con la morbilidad sentida: miembro superior con intervención en el 100 % de las actividades, rodillas y codos 43 %, columna 100 % y segmento coxo-femoral 29 % de intervención en las tareas del proceso.

Análisis de criticidad de las tareas y operaciones del proceso

Se pudo discriminar también la evaluación por tareas para cada una de las poblaciones de interés para el estudio. En el caso de Ráquira rural en donde el proceso comprende siete tareas, compuestas por veintiséis 26 operaciones, solamente cinco resultaron evaluadas como no críticas, como puede observarse en la tabla 4. Las razones son de diversa índole, posturas forzadas, manipulación de grandes pesos y movimientos repetitivos; factores que en muchos casos se encuentran asociados en una misma operación, sumado esto a jornadas de trabajo de más de ocho horas diarias.

Figura 7
Distribución de la posición de trabajo durante el moldeo

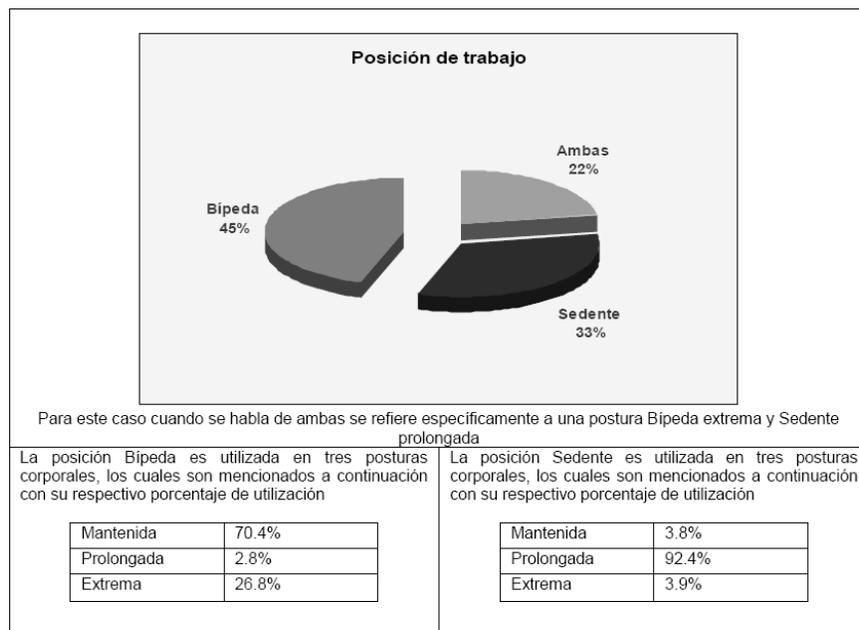


Tabla 4
Resumen de tareas. Ráquira rural

Tareas	Operaciones	Evaluación	
Mezcla de material	Llenado de la pila	Crítica	
		Llenado de la carretilla	No crítica
		Traslado a la pila	Crítica
	Mezcla de material		Crítica
	Llenado del cilindro del molino		Crítica
Moldeo	Transporte del material procesado	Corte	Crítica
		Traslado	Crítica
		Corte	Crítica
	Elaboración de chutacos	Amasado	No crítica
		Elaboración base de la vasija	Crítica
Secado	Armado del cilindro		Crítica
	Raspado		No crítica
	Pulido		No crítica
Carga del horno	Traslado de la pieza		Crítica
	Traslado de las piezas lado a lado		Crítica
	Entrada de piezas		Crítica
Quema	Recepción de piezas		Crítica
	Apilaje		Crítica
	Sellado a la puerta del horno		Crítica
Descargue	Encendido del horno		Crítica
	Caldeo		Crítica
	Descarbonizada		Crítica
Apilaje	Rompimiento de la puerta		Crítica
	Desapilado dentro del horno		Crítica
	Traslado de piezas		Crítica
Apilaje	Organización una sobre otra		Crítica
	Traslado de piezas		Crítica

Para el caso de Ráquira urbano, el proceso comprende ocho tareas, llevadas a cabo mediante treinta operaciones; aquí se determinó que únicamente siete no implican consecuencias críticas para la salud de los trabajadores, como se relaciona en la tabla 5.

Para el caso de Sogamoso y Tunja, ya que sus procesos son muy similares, pues elaboran el mismo tipo de productos: ladrillo y teja; se estableció un solo análisis, el cual determinó que de las diez operaciones que conforman las cinco tareas del proceso, solamente una no genera procesos de enfermedad o deterioro del bienestar para los trabajadores, como se puede observar en la tabla 6.

El análisis particular por operaciones permitió establecer de forma general que el riesgo asociado con ausencia de ergonomía se presenta en al menos el 80 % de las operaciones del proceso alfarero en todas las pobla-

ciones de interés del estudio. La figura 8 relaciona estos datos.

Estudio de morbilidad sentida

El estudio de morbilidad sentida permitió establecer las diferentes dolencias que presentan los trabajadores en segmentos corporales específicos, y que a través de la observación se pudo determinar están vinculadas con las actividades que resultaron evaluadas como críticas. Así, en general el dolor de la columna lumbar tuvo mayor correspondencia con las condiciones del trabajo, éste se presenta en mayor porcentaje en la población de Sogamoso, en donde estuvo principalmente asociada con la organización del producto para el sacado y pintado, ya que se realiza a nivel de piso. La comparación entre poblaciones se registra en la figura 9.

Tabla 5
Resumen de tareas. Ráquira urbano

Tareas	Operaciones	Evaluación	
Mezcla de material	Llenado de la pila	Llenado de la carretilla Traslado a la pila	Crítica No crítica
	Mezcla de material		Crítica
	Llenado del cilindro del molino		Crítica
	Transporte del material procesado	Corte Traslado	Crítica Crítica
	Rayado malla		Crítica
	Amasado		Crítica
Moldeo torno mecánico	Centrado		No crítica
	Torneado de las piezas		No crítica
	Corte de láminas (galletas)		Crítica
	Resane en el molde (pisado)		No crítica
	Ensamble de las 2 partes		Crítica
	Desmolde y traslado		Crítica
Moldeo, moldes por colado	Preparación del caolín		No crítica
	Llenado de moldes		No crítica
	Vaciado		Crítica
Secado	Desmolde		No crítica
	Traslado de las piezas lado a lado		Crítica
Carga del horno	Centrado de piezas		Crítica
	Recepción de piezas		Crítica
	Apilaje		Crítica
Quema	Sellado de la puerta del horno		Crítica
	Encendida del horno		Crítica
	Caldeo		Crítica
Descargue	Descarbonizada		Crítica
	Rompimiento de la puerta		Crítica
	Desapilado dentro del horno		Crítica
Apilaje	Sacado de las piezas hasta la puerta		Crítica
	Organización una sobre otra		Crítica
	Traslado de piezas		Crítica

Tabla 6
Resumen de tareas. Sogamoso y Tunja

Tareas	Operaciones	Evaluación
Extracción de materia prima	Picar la roca	Crítica
	Remover la roca a los 3 días	Crítica
	Mojado	Crítica
	Echada a la volqueta o a la carretilla	Crítica
Máquina extrusora de ladrillo		No crítica
Carga del horno		Crítica
Descargue		Crítica
Elaboración de teja	Mezcla para la obtención de arcilla húmeda	Crítica
	Aglomeración de material	Crítica
	Pisada de arcilla	Crítica
	Moldeado	Crítica
	Corte de teja	Crítica
	Pintada de teja	Crítica

Figura 8
Críticidad de tareas en la alfarería

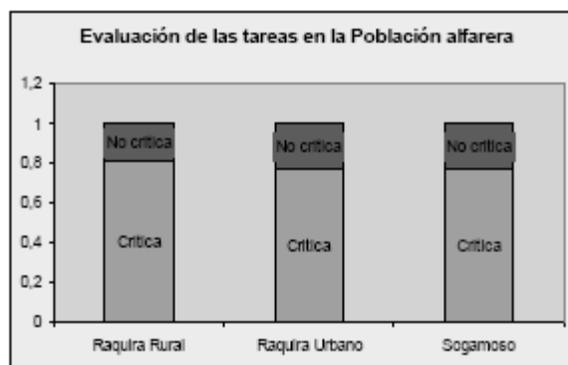
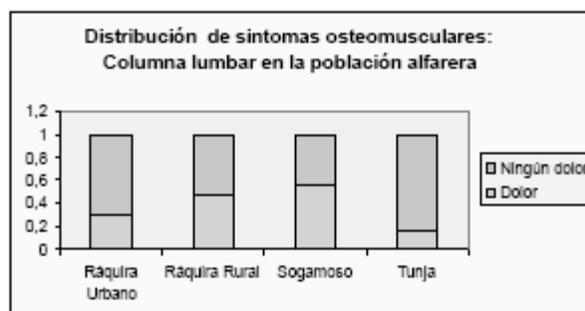


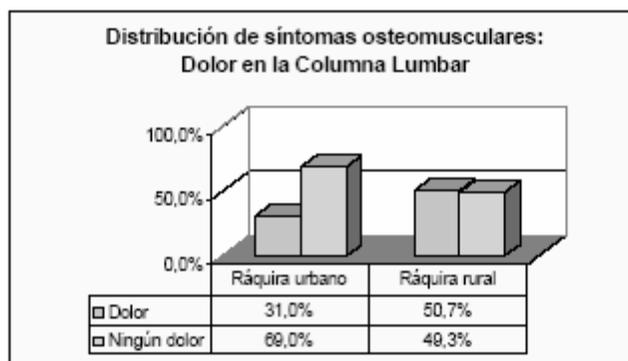
Figura 9
Dolencias relacionadas con la actividad



Este mismo aspecto se puede ver discriminado para los dos estratos de Ráquira; allí se presenta esta dolencia en mayor proporción en la zona rural, en donde más del 50 % de los trabajadores lo manifiestan, mientras que la zona urbana solo el 31 % de los trabajadores así lo

expresan. Estas dolencias se pudieron relacionar principalmente con posturas antigravitacionales, flexiones prolongadas del tronco y levantamiento de materiales pesados. Esta relación puede observarse en la figura 10.

Figura 10
Dolor lumbar en Ráquira por sectores



El estudio también permitió evidenciar que el tiempo que lleva el trabajador realizando la actividad de alfarería está relacionado con la presencia de dolor en hombros, columna dorsal, codos y columna lumbar, debidos

probablemente al proceso acumulativo de las situaciones extremas, ya que estos trabajadores desde niño se han dedicado al mismo oficio, como puede observarse en la tabla 7.

Tabla 7
Correlación dolores músculoesqueléticos – edad

Edad manifestación de dolor	Dolor cuello	Dolor hombros	Dolor columna dorsal	Dolor tobillos y pies	Dolor codos	Dolor columna lumbar	Dolor muñecas y manos	Dolor rodillas
Niños	11 %	11 %	11 %	0 %	0 %	11 %	11 %	22 %
Adultos	20 %	30 %	33 %	10 %	13 %	60 %	25 %	20 %
Adulto mayor	75 %	67 %	75 %	67 %	42 %	92 %	50 %	58 %

Finalmente, los resultados arrojados por el estudio ergonómico en las tres poblaciones, asociados con los datos de la encuesta de salud aplicada, muestran que el 98 % de las actividades del proceso productivo son de nivel crítico y, por tanto, requieren actividades de investigación que conduzcan a cambios en la tarea o los equipos.

Una vez terminada esta etapa, se seleccionaron las actividades críticas en las cuales la introducción de una máquina-herramienta pudiese mejorar la condición del trabajador. Así, se proyectaron algunas soluciones que cumplieran con los requerimientos de diseño formulados a partir de los resultados del análisis y atendiendo los percentiles establecidos por el estudio antropométrico realizado para cada población.

Las propuestas de diseño atendieron principalmente las siguientes necesidades:

- **Máquina-herramienta para rallado en malla:** Esta propuesta elimina las malas posturas de la columna, evita el contacto de la mano con el material arcilloso, eliminando el problema de laceraciones, y permite introducir mayor cantidad de arcilla eliminando algunas

repeticiones.

- **Herramientas para el pulido vertical y rectificado de bordes:** La rectificadora permite la sustracción de material desde la parte interna de la pieza en revolución, por medio de un hilo cortante sujeto a la herramienta en un ángulo de 31°. La herramienta permite cortar y extraer el material de una forma homogénea, manteniendo la muñeca dentro de los ángulos de confort.
- **Herramienta para raspado vertical y chaflán de base:** La raspadora tiene dos funciones, retira material de la pieza por medio de desplazamientos verticales, dejando una superficie lisa y de secciones planas, manteniendo las muñecas en posición neutra durante el desplazamiento. La segunda función se logra por medio de un giro de 180° a la herramienta, dejando la superficie curva hacia abajo, y luego, mediante un movimiento oscilante, permite dar forma a la parte baja de la vasija.
- **Herramienta para el corte de la arcilla procesada:** La cortadora es una herramienta cuyo objetivo es seccionar la arcilla que sale del molino, evitando esfuerzos posturales y movimientos repetitivos. Cada parte

cortada se puede transportar y reagrupar bajo techo.

- **Máquina-herramienta para torneado mecánico:** El objetivo es disminuir el riesgo físico en la operación de torneado manual. La operación fue evaluada como crítica principalmente debido a los movimientos y ángulos que adopta la columna lumbar, generados por la incorrecta ubicación del plano de trabajo. La solución consiste en una torneta modificada que permite disminuir la altura del plano de trabajo a medida que la pieza cerámica va ganando altura.
- **Herramienta para el corte de material (galleta):** Este elemento se desarrolló con el fin de mejorar las posturas de columna, hombros, codos y muñecas, que trabajan fuera de ángulos de confort. La propuesta mejora la postura de la columna y disminuye la fuerza ejercida durante la tarea.
- **Máquina-herramienta para moldeado de teja:** Esta máquina elimina la pisada de la arcilla en el proceso de elaboración de la teja, evitando la flexión repetitiva (realizada 500 veces por jornada laboral), utilizada anteriormente para levantar del suelo la masa aplanada con el pie. El aplanamiento y distribución de la arcilla

dentro de la gradilla es realizado en su totalidad por el desplazamiento del rodillo, evitando así fuerzas repetitivas realizadas por los pequeños músculos de los dedos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Almanza M et al. Análisis de los factores de riesgo ocupacional de los trabajadores en alfarería y diseño de un programa de vigilancia epidemiológica para el riesgo prevalente (tesis de especialización). Sogamoso: Universidad Pedagógica y Técnica de Colombia; 2003.
2. Del Basto O. Módulo de administración moderna de sistemas de seguridad control de pérdidas. Bogotá; 2001.
3. Rojas C. Caracterización de los agentes de riesgo no ergonómico para el factor humano laboral del sector alfarero en las poblaciones de Ráquira, Tunja y Sogamoso (informe de investigación). SECAB Colciencias N° 009-04. Duitama; 2007.

Recibido: 10 de mayo de 2010

Aprobado: 29 de abril de 2011