

**ESPECIALIZACIÓN EN
INGENIERÍA DEL SOFTWARE**



**UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
MEDELLÍN
2014**

**SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS ERGONÓMICO BASADO
EN IMÁGENES DE PERSONAS EN SU PUESTO DE
TRABAJO.**

DIEGO LEÓN ACEVEDO ARENAS

**UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE
MEDELLÍN
2014**

**SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS ERGONÓMICO BASADO
EN IMÁGENES DE PERSONAS EN SU PUESTO DE
TRABAJO.**

DIEGO LEÓN ACEVEDO ARENAS

**Trabajo para optar al título de Especialista en Ingeniería del
Software**

ASESOR

EDWIN MAURICIO HINCAPIE MONTOYA

**UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE
MEDELLÍN
2014**

NOTA DE ACEPTACIÓN

ASESOR TEMATICO

JURADO

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	7
RESUMEN.....	8
1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN.....	9
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.2 JUSTIFICACIÓN / IMPACTO ESPERADO.....	9
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1 GENERAL.....	10
1.3.2 ESPECÍFICOS.....	10
1.4 HIPÓTESIS.....	10
2. MARCO TEÓRICO Y/O ESTADO DEL ARTE.....	11
2.1 ERGONOMÍA.....	11
2.2 ERGONOMÍA EN LA ACTUALIDAD.....	11
2.3 ANÁLISIS ERGONÓMICO.....	12
2.4 FACTORES A CONSIDERAR EN UN ESTUDIO ERGONÓMICO.....	12
2.5 MÉTODOS ERGONÓMICOS PARA POSTURAS Y MOVIMIENTOS REPETITIVOS.....	13
2.5.1 JSI (JOB STRAIN INDEX).....	13
2.5.2 RULA.....	13
2.5.3 OWAS (OVAKO WORKING ANALYSIS SYSTEM).....	14
2.5.4 EPR (EVALUACIÓN POSTURAL RÁPIDA).....	14
2.5.5 CHECK LIST OCRA (OCCUPATIONAL REPETITIVE ACTION).....	14
2.5.6 REBA (RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT).....	15
2.6 MARCO CONCEPTUAL.....	15
3. DESARROLLO INVESTIGATIVO.....	16
3.1 MÉTODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	16
3.2 RESULTADOS ESPERADOS.....	17
3.3 ALCANCE Y LIMITACIONES.....	17

3.4	MÉTODO DE REFERENCIA DE ANÁLISIS ERGONÓMICO	17
3.4.1	APLICACIÓN DEL MÉTODO REBA	18
3.4.2	DESARROLLO DEL MÉTODO REBA	20
3.5	HERRAMIENTA DE DESARROLLO DEL SOFTWARE	33
3.5.1	WPF (WINDOWS PRESENTATION FOUNDATION).....	33
3.5.2	SDK KINECT MICROSOFT V 1.0	33
3.5.3	LENGUAJE C#.....	34
3.5.4	FRAMEWORK XNA	34
3.6	KINECT	34
3.7	MODELAMIENTO DEL SOFTWARE	35
3.7.1	CASOS DE USO	35
3.7.2	DIAGRAMA DE CLASES.....	43
3.7.3	DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	44
3.7.4	DIAGRAMA DE SECUENCIA.....	45
3.7.5	DIAGRAMA DE PLATAFORMA DISTRIBUIDA	45
3.7.6	DIAGRAMA DE DESPLIEGUE	46
4.	IMPLEMENTACIÓN.....	47
4.1	CASO DE ESTUDIO.....	47
	MANUAL DE INSTALACIÓN	52
	MANUAL DE USUARIO	56
	CONCLUSIONES	61
	REFERENTE BIBLIOGRÁFICO.....	62

INTRODUCCIÓN

Durante el transcurso de este proyecto se desarrollará un prototipo de software para realizar un análisis ergonómico, utilizando como base para realizar el análisis ergonómico, el método de análisis ergonómico REBA.

Con base en los requerimientos de software, se proporcionará un prototipo del sistema, en el cual su parte fundamental será la de realizar un análisis ergonómico utilizando el Kinect de Microsoft como sensor de captura de los datos a analizar en el sistema.

El proyecto consistirá en elaborar un prototipo de software que permitirá agilizar y automatizar las evaluaciones de los puestos de trabajo de las personas que laboran a diario y poder dar como resultado, un análisis ergonómico de la persona en su puesto de trabajo.

Para el desarrollo de proyectos con un alto grado de complejidad, es necesario tener una buena fuente de información para la correcta sustracción de los requerimientos, además de un correcto diagnóstico y gestión de la información, y del proyecto para garantizar que la herramienta a diseñar e implementar, cumpla con los objetivos propuestos, y también de los resultados esperados. Esto se logra teniendo una correcta planeación y unos objetivos claros, es por esto que se utilizará como marco de referencia el método de análisis ergonómico REBA.

RESUMEN

El presente trabajo de grado tiene como objetivo desarrollar un software que me permita dar un análisis ergonómico de la postura de una persona laborando, mediante el uso del Kinect de Microsoft y utilizando las reglas de negocio aportadas por el método de análisis ergonómico REBA.

La necesidad de un sistema eficaz que ayude a evaluar la postura de una persona laborando, requiere del uso de técnicas y principios de desarrollo de software y hardware. Es por esto, que en este trabajo se presenta un análisis y diseño de un software para este mismo fin.

Con base en los objetivos trazados en el presente documento se propone un sistema adecuado para realizar un análisis ergonómico beneficiando de esta manera a todos los médicos de salud ocupacional que realizan esta función, y a todas aquellas personas que no disponen del entrenamiento y conocimiento para poder realizar un análisis ergonómico, mediante una sencilla interfaz gráfica de usuario y una fácil captura de datos mediante el uso del Kinect de Microsoft. Finalmente se presenta un prototipo ágil y amigable para el usuario.

Para facilitar el entendimiento del sistema se ha realizado este documento donde se explica detalladamente cada funcionalidad del sistema.

1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A menudo los trabajadores no pueden escoger sus propios puestos de trabajo y se ven obligados a veces a adaptarse a unas condiciones laborales mal diseñadas, que pueden lesionar gravemente las manos, las muñecas, las articulaciones, la espalda u otras partes del organismo y normalmente, las lesiones se desarrollan lentamente. En un mundo donde la mayoría de las personas se desempeñan laboralmente en una oficina frente a un computador, las enfermedades y lesiones causadas por las malas posturas como el síndrome del túnel del carpo bilateral, Tendinitis, tensión en el cuello u hombros, etc...(Holstrom & Engholm 2003), y los estudios ergonómicos suelen ser muy costosos y demorados para las empresas; lo que se busca es cómo realizar estos estudios ergonómicos de una manera más económica y mucho más rápida, ya que en la actualidad no está desarrollado un software que permita realizar estudios ergonómicos mediante la captura de imágenes y el análisis de las características de éstas.

1.2 JUSTIFICACIÓN / IMPACTO ESPERADO

Con el proyecto se busca disminuir los costos de las empresas en estudios ergonómicos, agilizar los análisis de los estudios ergonómicos, disminuir los errores en la práctica.

En la actualidad no está desarrollado un software que permita realizar estudios ergonómicos mediante la captura de imágenes y el análisis de las características de estas; la idea es aprovechar las tecnologías de captura y análisis de imágenes en 2D y 3D que existen en la actualidad para poder realizar estos estudios ergonómicos mediante un software y al final poder dar un análisis ergonómico, y de esta forma poder garantizar una correcta postura de trabajo para evitar futuras enfermedades y lesiones (www.ergonautas.com).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Desarrollar un software que permita realizar análisis ergonómicos a través de la adquisición y análisis de imágenes de personas en su puesto de trabajo para determinar malas posturas.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- Identificar los aspectos más relevantes a tener en cuenta para realizar un estudio ergonómico basado en imágenes.
- Definir un mecanismo de captura y análisis de imágenes para detectar malas posturas en lugares de trabajo.
- Implementar el mecanismo definido en el objetivo anterior en una aplicación standalone.
- Validar el software con un caso de estudio real.

1.4 HIPÓTESIS

¿Será posible desarrollar un software que permita tomar imágenes de una persona laborando y luego presente un informe del análisis ergonómico de esta persona laborando?

2. MARCO TEÓRICO Y/O ESTADO DEL ARTE

2.1 ERGONOMÍA

La ergonomía es la disciplina científica que trata del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador.

Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de estudio de la persona, de la técnica y de la organización. Es una disciplina sistemáticamente orientada al buen uso del puesto de trabajo y a las correctas posturas que se deben adoptar en el puesto de trabajo, que ahora se aplica a todos los aspectos de la actividad humana (Tortosa 1999).

2.2 ERGONOMÍA EN LA ACTUALIDAD

En la actualidad el mundo laboral está cambiando en forma constante, a un ritmo cada día más rápido. Junto a estos cambios están surgiendo una gran cantidad de dolencias tales como dolores de lumbalgias, algias vertebrales, migrañas, molestias generales y disconformidad en el cuerpo de las personas. Por tal razón, cada año las empresas y las aseguradoras de riesgo en el trabajo, deben pagar por ausentismos causados por enfermedades profesionales, tratamientos médicos, rehabilitaciones e indemnizaciones que se reflejan en cantidades considerables de dinero.

Los tratamientos no se realizan en personas que están generando una dolencia sino en personas que poseen una patología óseo articular bien definida.

En el presente se están elaborando técnicas para prevenir los males citados (anteriormente), sobre la base de enfoques posturales. Ya que se comprendió la necesidad de mejorar el diseño (conformación) de puestos de trabajo con el objeto de reducir los traumas músculo esquelético y óseo articular (Holstrom & Engholm 2003).

2.3 ANÁLISIS ERGONÓMICO

El análisis ergonómico del puesto de trabajo, está dirigido especialmente a todas las personas que realizan actividades manuales de la industria y manipulación de materiales y son de gran interés para las aseguradoras de riesgos profesionales y las empresas de la industria; ha sido diseñado para servir como una herramienta que permita tener una visión de la situación de trabajo, a fin de diseñar puestos de trabajo y tareas seguras, saludables y productivas. Así mismo, puede utilizarse para hacer un seguimiento de las mejoras implantadas en un centro de trabajo o para comparar diferentes puestos de trabajo.

La base del análisis ergonómico del puesto de trabajo consiste en una descripción sistemática y cuidadosa de la tarea o puesto de trabajo, para lo que se utilizan observaciones y entrevistas, a fin de obtener la información necesaria. En algunos casos, se necesitan instrumentos simples de medición, como puede ser un luxómetro para la iluminación, un sonómetro para el ruido, un termómetro para el ambiente térmico, etc.

Por lo general las empresas se deslindan de responsabilidad otorgándoles a sus trabajadores un seguro para salvaguardar cualquier accidente o enfermedad, esta idea es muy válida, pero para eliminar los índices de riesgos, que frecuentemente se manifiestan a largo plazo, se necesitan llevar a cabo análisis o estudios que permitan conocer y prevenir futuros padecimientos. Para ello, se deben conocer aquellos factores fundamentales al realizar un estudio ergonómico que pretenda aumentar las condiciones de seguridad de un puesto de trabajo.

2.4 FACTORES A CONSIDERAR EN UN ESTUDIO ERGONÓMICO

En un estudio ergonómico los investigadores (médico salud ocupacional) examinan los sistemas de trabajo en función de enfoques divergentes (mecanicista, biológico, perceptual/ motor, motivacional), con los correspondientes resultados individuales y de organización. La selección de las técnicas para desarrollar el análisis en los puestos de trabajo depende de varios factores, entre los cuales se encuentra el ambiente de trabajo, las características de las funciones laborales, la relación hombre-máquina, la tecnología, el contexto psicosocial, entre otros.

Dentro de estas técnicas, usualmente se hallan los cuestionarios y listas de comprobación para la gestión de la seguridad e higiene, el diseño del sistema hombre-máquina y el diseño o reestructuración del trabajo. Pero también son aprovechados por los encargados de la planificación

organizativa para elaborar bases de datos utilizados en los planes de acción en las áreas de selección y asignación del personal y para la compensación del rendimiento.

2.5 MÉTODOS ERGONÓMICOS PARA POSTURAS Y MOVIMIENTOS REPETITIVOS

En la mayoría de las empresas los principales problemas encontrados son el síndrome del túnel carpiano y la tendinitis de hombros o la muñeca, al menos para todas aquellas con movimientos repetitivos frecuentes; de ahí la importancia de establecer herramientas que permitan evaluar las condiciones de trabajo que den lugar a estas enfermedades para corregir o en su caso ideal prevenir las repercusiones que se generan.

Se presentan a continuación los métodos ergonómicos:

2.5.1 JSI (JOB STRAIN INDEX)

Es un método que permite diagnosticar desórdenes traumáticos en las extremidades superiores, sean estos la mano, la muñeca, el antebrazo y el codo, expuestos a movimientos continuos y posturas demandantes de sobre esfuerzo. Se basa en el análisis de seis variables dentro de las cuales se encuentra: la intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por ciclo de trabajo, el número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo, la desviación de la muñeca respecto a la posición neutra, la velocidad para desarrollar la tarea y la duración por jornada de trabajo. Los resultados son traducidos en factores multiplicadores obtenidos de las tablas que el método proporciona y posteriormente sustituidos en la ecuación $JSI = IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times D$, determinando así el grado de riesgo de la tarea. Generalmente para valores mayores a 7 se considera que la tarea es probablemente riesgosa (Moore & Garg, 1995).

2.5.2 RULA

La evaluación se orienta hacia la revisión de posturas en condiciones de trabajo que generan fatiga, dividiendo el análisis en dos grupos, las extremidades superiores comprenden el grupo A y las extremidades inferiores el grupo B. Debido a que el procedimiento establece la

determinación de los ángulos que se forman entre las partes del cuerpo, el primer paso es la observación apoyada de fotografías, videos o electro goniómetros. Sugiere dividir el estudio en el lado derecho o izquierdo del operador o en caso de requerir más información, considerar ambos perfiles, siendo en este caso el punto de decisión la consideración del evaluador al detectar las zonas donde incidan la mayor cantidad de posturas inadecuadas. El resultado se determina con la relación de puntajes, considerando además, el tipo de actividad muscular desarrollada y la fuerza aplicada, a partir del cual se derivarán las recomendaciones pertinentes según el nivel de riesgo precisado (McAtamney & Corlett, 1993).

2.5.3 OWAS (OVAKO WORKING ANALYSIS SYSTEM)

Este método revisa la carga postural de forma sencilla y eficaz a través de la comparación con posturas preestablecidas de piernas, brazos y espalda. La identificación de éstas se codifica y evalúa en la clasificación de riesgos según la categoría que ocupe cada dígito, sin embargo, esta práctica no permite identificar la gravedad de cada posición (Karhu, Kansj, Kuorinka, 1977).

2.5.4 EPR (EVALUACIÓN POSTURAL RÁPIDA)

Es un método que se basa en el sistema de valoración del método LEST, permite examinar las posturas observadas de un trabajador considerando que éste puede adoptar alguna de las 14 posiciones genéricas preestablecidas, el resultado se obtiene subjetivamente por el evaluador. La deducción del riesgo sólo indica si es necesario un estudio más detallado por algún otro método o si no existe ninguna complicación, debido a que sólo es una herramienta de análisis preliminar (Guélaud F, Beauchesne MN, Gautrat J & Roustang G, 1975).

2.5.5 CHECK LIST OCRA (OCCUPATIONAL REPETITIVE ACTION)

Es un método que permite la evaluación de movimientos repetitivos de las extremidades superiores del cuerpo considerando factores como la frecuencia, la duración, la fuerza, la postura y el tiempo de recuperación; obteniendo a través de éstos, el índice Check List OCRA, mismo que representa mediante un código de colores, las medidas a tomar de

acuerdo al nivel de riesgo correspondiente. Cabe mencionar que incluye situaciones en el que el trabajador tiene necesidad de rotar e incluso alcanza a revisar el riesgo global a un conjunto de puestos. Los resultados proporcionados deben evaluarse por otros métodos antes de tomar medidas correctivas en el puesto de trabajo (Colombini D, Occhipinti E, Grieco, A 2002).

2.5.6 REBA (RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT)

Es un método que recopila información del método RULA y el NIOSH principalmente. Divide el análisis en dos grupos de igual forma que el RULA, pero, considera otros factores de suma importancia como la carga, el tipo de agarre y la actividad muscular. Mediante la identificación de los ángulos formados por el cuerpo, asigna una puntuación que finalmente se relaciona en una tabla para obtener el valor final, determinando así el nivel de riesgo y la urgencia de establecer acciones correctivas en beneficio del trabajador. Cada puntuación permite al evaluador conocer las principales causas de desgaste o fatiga para puntualizar las zonas en las que se deba llevar a cabo las modificaciones (Sue Hignett y Lynn McAtamney, 2000).

2.6 MARCO CONCEPTUAL

Método / Características	Evalúa las partes del cuerpo conjuntamente.	Evalúa sólo el puesto de trabajo y el ambiente que lo rodea.	Evalúa la fuerza, el agarre y la actividad muscular.	Evalúa las partes del cuerpo conjuntamente, además de la fuerza, el agarre y la actividad muscular.	Evalúa sólo las extremidades superiores.
JSI					X
RULA	X				
OWAS	X				
EPR		X			
CHECK LIST OCRA			X		X
REBA	X		X	X	

Se determina el método REBA como el método más completo en análisis ergonómicos ya que este permite evaluar la totalidad de las extremidades del cuerpo conjuntamente, las fuerzas que se ejercen sobre este, así como también el agarre y la actividad muscular que el cuerpo realiza.

3. DESARROLLO INVESTIGATIVO

3.1 MÉTODOLOGÍA DE DESARROLLO

Debido a que el proyecto es de construcción de software la metodología a utilizar en este proyecto será RUP (Rational Unified Process). Si bien este método posee una gran cantidad de entregables, este equipo de investigación solo abordará los entregables más importantes y conocidos de esta metodología.

Metodología RUP

El ciclo de vida del proceso de desarrollo de software desde la perspectiva de Administración del Proyecto, se descompone en el tiempo en cuatro fases, que concluyen cada una con un hito. La finalización de cada una de las fases permite valorar y aprobar el cumplimiento de los objetivos de dicha fase para continuar con la siguiente. Estas fases se convierten en los indicadores del progreso del proyecto:

- **Fase de Concepción.** El objetivo es especificar la visión final del producto y su caso de negocios, definir el alcance del proyecto.

En esta fase se elabora la propuesta del proyecto.

- **Fase de Elaboración.** El objetivo es planear las actividades necesarias, los recursos requeridos, especificando las características y diseñando la arquitectura.

En esta fase se desarrolla el primer y segundo objetivo específico propuesto en este documento.

- **Fase de Construcción.** El objetivo es construir el producto, evolucionando la visión, la arquitectura, y los planes hasta que el producto – toda la visión - esté listo para transferencia a la comunidad de usuarios.

En esta fase se desarrolla el tercer objetivo específico propuesto en este documento.

- **Fase de Transición.** El objetivo es lograr la transición desde el producto a la comunidad de usuarios, la cual incluye: Manufactura, entrega, entrenamiento, soporte, manteniendo del producto hasta que el usuario esté satisfecho.

En esta fase se desarrolla el cuarto objetivo específico propuesto en este documento.

3.2 RESULTADOS ESPERADOS

Como resultado se espera obtener un software que permita tomar imágenes de una persona laborando y luego presente un informe del análisis ergonómico de esta persona laborando.

3.3 ALCANCE Y LIMITACIONES

Se desarrollará una aplicación de escritorio que permita hacer un análisis ergonómico a través de la captura y el análisis de las características de imágenes de una persona laborando, para esto se utilizará el método de análisis ergonómico REBA y la metodología RUP.

3.4 MÉTODO DE REFERENCIA DE ANÁLISIS ERGONÓMICO

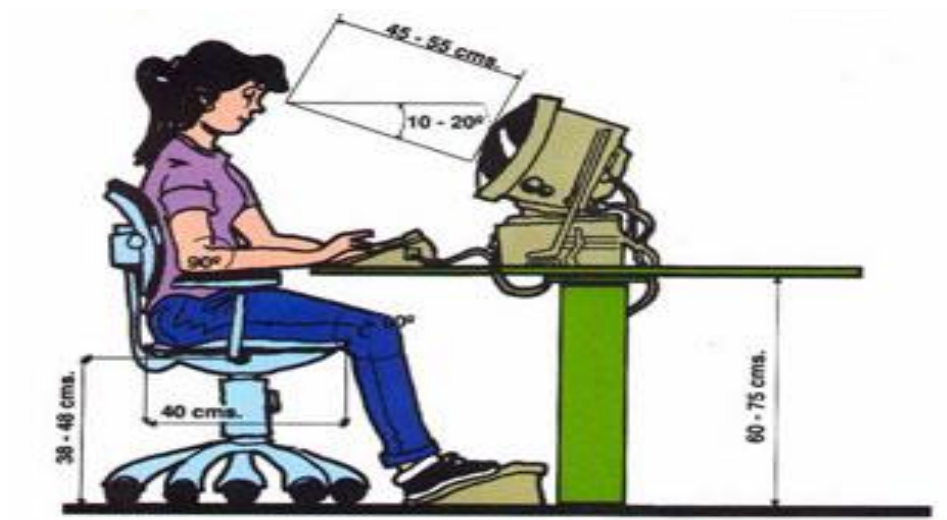


Figura 1. Persona laborando

El proyecto se basará en el método ergonómico **REBA (Rapid Entire Body Assessment)**, ya que este recopila información del método RULA y el NIOSH principalmente. Mediante la identificación de los ángulos formados por el cuerpo, asigna una puntuación que finalmente se relaciona en una tabla para obtener el valor final, determinando así el nivel de riesgo y la urgencia de establecer acciones correctivas en beneficio del trabajador. Cada puntuación permite al evaluador conocer las principales causas de desgaste o fatiga para puntualizar las zonas en las que se deba llevar a cabo las modificaciones.

3.4.1 APLICACIÓN DEL MÉTODO REBA

El método REBA evalúa el riesgo de las posturas adoptadas por las personas en su puesto de trabajo de forma concreta e independiente. Por tanto, para evaluar un puesto se deberán seleccionar sus posturas más representativas, bien por su repetición en el tiempo o por su precariedad. La selección correcta de las posturas a evaluar determinará los resultados proporcionados por el método REBA y las acciones futuras.

Como pasos previos a la aplicación del método REBA se debe:

- Determinar el periodo de tiempo de observación del puesto considerando, si es necesario, el tiempo del ciclo de trabajo.
- Realizar, si fuera necesario debido a la duración excesiva de la tarea a evaluar, la descomposición de ésta en operaciones elementales o sub tareas para su análisis pormenorizado.
- Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, bien mediante su captura en video, bien mediante fotografías, o mediante su anotación en tiempo real si ésta fuera posible.
- Identificar de entre todas las posturas registradas aquellas consideradas más significativas o "peligrosas" para su posterior evaluación con el método REBA.
- El método REBA se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. Por tanto, el evaluador según su criterio y experiencia, deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.

La información requerida por el método REBA es básicamente la siguiente:

- Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) con respecto a determinadas posiciones de referencia. Dichas mediciones de los ángulos pueden realizarse directamente sobre el trabajador (transportadores de ángulos, electro goniómetros u otros dispositivos de medición angular), o bien a partir de fotografías, siempre que estas garanticen mediciones correctas (verdadera magnitud de los ángulos a medir y suficientes puntos de vista).
- La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio indicada en kilogramos.
- El tipo de agarre de la carga manejada manualmente o mediante otras partes del cuerpo.
- Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador (estática, dinámica o sujeta a posibles cambios bruscos).

La aplicación del método puede resumirse en los siguientes pasos (las tablas A, B, C y sus puntuaciones se describen en la sección 3.4.2 del presente documento):

- División del cuerpo en dos grupos, siendo el grupo A, el correspondiente al tronco, el cuello y las piernas y el grupo B el formado por los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca). Puntuación individual de los miembros de cada grupo a partir de sus correspondientes tablas (A, B, C del método).
- Consulta de la Tabla A para la obtención de la puntuación inicial del grupo A, a partir de las puntuaciones individuales del tronco, cuello y piernas.
- Valoración del grupo B a partir de las puntuaciones del brazo, antebrazo y muñeca mediante la Tabla B.
- Modificación de la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas) en función de la carga o fuerzas aplicadas, en adelante "Puntuación A".
- Corrección de la puntuación asignada a la zona corporal de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca) o grupo B según el tipo de agarre de la carga manejada, en lo sucesivo "Puntuación B".
- A partir de la "Puntuación A" y la "Puntuación B" y mediante la consulta de la Tabla C se obtiene una nueva puntuación denominada "Puntuación C".

- Modificación de la "Puntuación C" según el tipo de actividad muscular desarrollada para la obtención de la puntuación final del método.
- Consulta del nivel de acción, riesgo y urgencia de la actuación correspondientes al valor final calculado.

Finalizada la aplicación del método REBA se aconseja:

- La revisión exhaustiva por parte del evaluador, de las puntuaciones individuales obtenidas para las diferentes partes del cuerpo, así como para las fuerzas, agarre y actividad, con el fin de orientar al evaluador sobre dónde son necesarias las correcciones.
- Rediseño del puesto o introducción de cambios para mejorar determinadas posturas críticas si los resultados obtenidos así lo recomendasen.
- En caso de cambio de puesto de trabajo, hacer reevaluación de las nuevas condiciones del puesto con el método REBA para la comprobación de la efectividad y de la mejora.

3.4.2 DESARROLLO DEL MÉTODO REBA

Grupo A: Puntuaciones del tronco, cuello y piernas.

El método comienza con la valoración y puntuación individual de los miembros del grupo A, formado por el tronco, el cuello y las piernas.

Puntuación del tronco

El primer miembro a evaluar del grupo A es el tronco. Se deberá determinar si el trabajador realiza la tarea con el tronco erguido o no, indicando en este último caso el grado de flexión o extensión observado. Se seleccionará la puntuación adecuada de la tabla 1.

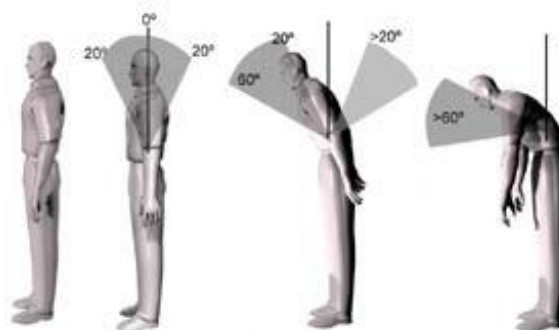


Figura 2. Posiciones del tronco.

Puntos	Posición
1	El tronco está erguido.
2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
4	El tronco está flexionado más de 60 grados.

Tabla 1. Puntuación del tronco.

La puntuación del tronco incrementará su valor si existe torsión o inclinación lateral del tronco.

Puntos	Posición
+1	Existe torsión o inclinación lateral del tronco.

Tabla 2. Modificación de la puntuación del tronco.

Puntuación del cuello

En segundo lugar se evaluará la posición del cuello. El método REBA considera dos posibles posiciones del cuello. En la primera el cuello está flexionado entre 0 y 20 grados y en la segunda existe flexión o extensión de más de 20 grados.

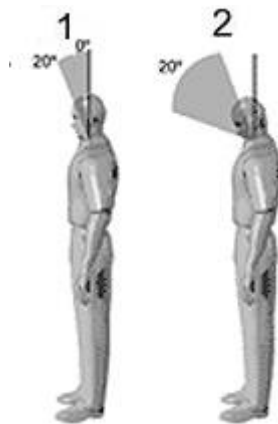


Figura 3. Posiciones del cuello.

Puntos	Posición
1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
2	El cuello está flexionado más de 20 grados o extendido.

Tabla 3. Puntuación del cuello.

La puntuación calculada para el cuello podrá verse incrementada si el trabajador presenta torsión o inclinación lateral del cuello, tal y como indica la tabla 4.

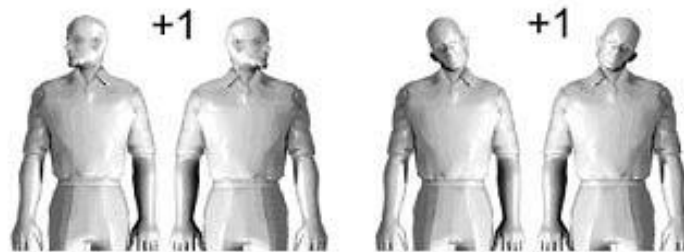


Figura 4. Posiciones que modifican la puntuación del cuello.

Puntos	Posición
+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.

Tabla 4. Modificación de la puntuación del cuello.

Puntuación de las piernas

Para terminar con la asignación de puntuaciones de los miembros del grupo A, se evaluará la posición de las piernas. La consulta de la Tabla 5 permitirá obtener la puntuación inicial asignada a las piernas en función de la distribución del peso.

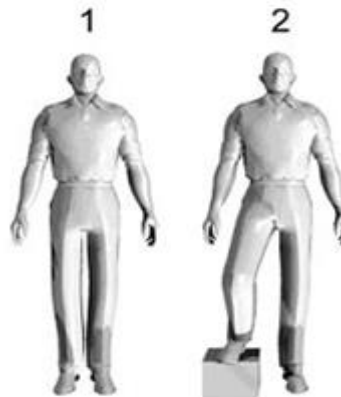


Figura 5. Posición de las piernas.

Puntos	Posición
1	Soporte bilateral, andando o sentado.
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.

Tabla 5. Puntuación de las piernas.

La puntuación de las piernas se verá incrementada si existe flexión de una o ambas rodillas. El incremento podrá ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado, el método considera que no existe flexión y por tanto no incrementa la puntuación de las piernas.

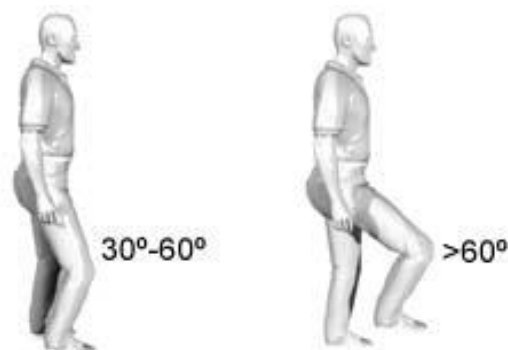


Figura 6. Ángulo de flexión de las piernas.

Puntos	Posición
+1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
+2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

Tabla 6. Modificación de la puntuación de las piernas.

Grupo B: Puntuaciones de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca).

Finalizada la evaluación de los miembros del grupo A se procederá a la valoración de cada miembro del grupo B, formado por el brazo, antebrazo y la muñeca. Cabe recordar que el método analiza una única parte del cuerpo, lado derecho o izquierdo, por tanto se puntuará un único brazo, antebrazo y muñeca, para cada postura.

Puntuación del brazo

Para determinar la puntuación a asignar al brazo, se deberá medir su ángulo de flexión. La figura 7 muestra las diferentes posturas consideradas por el método y pretende orientar al evaluador a la hora de realizar las mediciones necesarias.

En función del ángulo formado por el brazo se obtendrá su puntuación consultando la tabla que se muestra a continuación (Tabla 7).

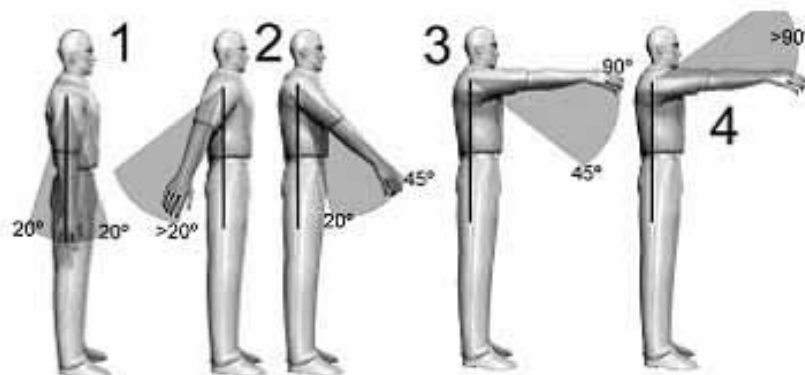


Figura 7. Posiciones del brazo.

Puntos	Posición
1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión ó 0 y 20 grados de extensión.
2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
4	El brazo está flexionado más de 90 grados.

Tabla 7. Puntuación del brazo.

La puntuación asignada al brazo podrá verse incrementada si el trabajador tiene el brazo abducido o rotado o si el hombro está elevado. Sin embargo, el método considera una circunstancia atenuante del riesgo la existencia de apoyo para el brazo o que adopte una posición a favor de la gravedad, disminuyendo en tales casos la puntuación inicial del brazo. Las condiciones valoradas por el método como atenuantes o agravantes de la posición del brazo pueden no darse en ciertas posturas, en tal caso el resultado consultado en la tabla 7 permanecerían sin alteraciones.

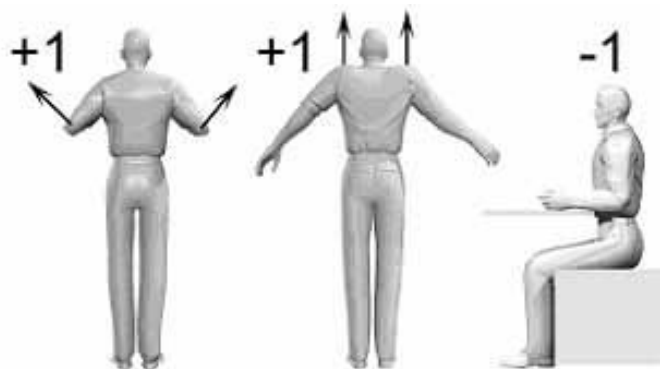


Figura 8. Posiciones que modifican la puntuación del brazo.

Puntos	Posición
+1	El brazo está abducido o rotado.
+1	El hombro está elevado.
-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.

Tabla 8. Modificaciones sobre la puntuación del brazo.

Puntuación del antebrazo

A continuación será analizada la posición del antebrazo. La consulta de la tabla 9 proporcionará la puntuación del antebrazo en función su ángulo de flexión, la figura 9 muestra los ángulos valorados por el método. En este caso el método no añade condiciones adicionales de modificación de la puntuación asignada.

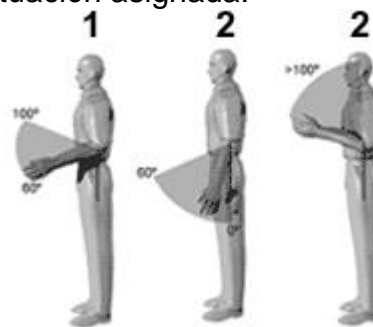


Figura 9. Posiciones del antebrazo.

Puntos	Posición
1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Tabla 9. Puntuación del antebrazo.

Puntuación de la Muñeca

Para finalizar con la puntuación de los miembros superiores se analizará la posición de la muñeca. La figura 10 muestra las dos posiciones consideradas por el método. Tras el estudio del ángulo de flexión de la

muñeca se procederá a la selección de la puntuación correspondiente consultando los valores proporcionados por la tabla 10.

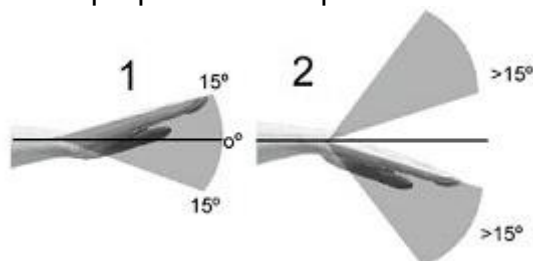


Figura 10. Posiciones de la muñeca.

Puntos	Posición
1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

Tabla 10. Puntuación de la muñeca.

El valor calculado para la muñeca se verá incrementado en una unidad si esta presenta torsión o desviación lateral (figura 11).

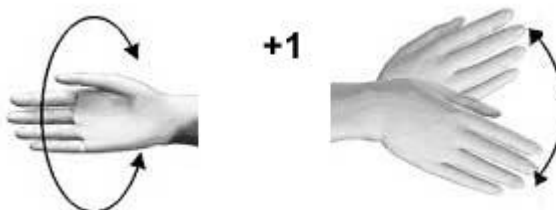


Figura 11. Torsión o desviación de la muñeca.

Puntos	Posición
+1	Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

Tabla 11. Modificación de la puntuación de la muñeca.

Puntuaciones de los grupos A y B.

Las puntuaciones individuales obtenidas para el tronco, el cuello y las piernas (grupo A), permitirá obtener una primera puntuación de dicho

grupo mediante la consulta de la tabla mostrada a continuación (Tabla A).

TABLA A												
Tronco	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 12. Puntuación inicial para el grupo A.

La puntuación inicial para el grupo B se obtendrá a partir de la puntuación del brazo, el antebrazo y la muñeca consultando la siguiente tabla (Tabla B).

TABLA B						
Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 13. Puntuación inicial para el grupo B.

Puntuación de la carga o fuerza.

La carga o fuerza manejada modificará la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 Kilogramos de peso, en tal caso no se incrementará la puntuación. La siguiente tabla muestra el incremento a aplicar en función del peso de la

carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad.

En adelante la puntuación del grupo A, debidamente incrementada por la carga o fuerza, se denominará "Puntuación A".

Puntos	Posición
+0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.
+1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
+2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

Tabla 14. Puntuación para la carga o fuerzas.

Puntos	Posición
+1	La fuerza se aplica bruscamente.

Tabla 15. Modificación de la puntuación para la carga o fuerzas.

Puntuación del tipo de agarre.

El tipo de agarre aumentará la puntuación del grupo B (brazo, antebrazo y muñeca), excepto en el caso de considerarse que el tipo de agarre es bueno. La tabla 16 muestra los incrementos a aplicar según el tipo de agarre. En lo sucesivo la puntuación del grupo B modificada por el tipo de agarre se denominará "Puntuación B".

Puntos	Posición
+0	Agarre Bueno. El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio
+1	Agarre Regular. El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.
+2	Agarre Malo. El agarre es posible pero no aceptable.
+3	Agarre Inaceptable. El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.

Tabla 16. Puntuación del tipo de agarre.

Puntuación C

La "Puntuación A" y la "Puntuación B" permitirán obtener una puntuación intermedia denominada "Puntuación C". La siguiente tabla (Tabla C) muestra los valores para la "Puntuación C".

TABLA C												
Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 17. Puntuación C en función de las puntuaciones A y B.

Puntuación Final

La puntuación final del método es el resultado de sumar a la "Puntuación C" el incremento debido al tipo de actividad muscular. Los tres tipos de actividad consideradas por el método no son excluyentes y por tanto podrían incrementar el valor de la "Puntuación C" hasta en 3 unidades.

Puntos	Actividad
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

Tabla 18. Puntuación del tipo de actividad muscular.

El método clasifica la puntuación final en 5 rangos de valores. A su vez cada rango se corresponde con un Nivel de Acción. Cada Nivel de Acción determina un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención.

El valor del resultado será mayor cuanto mayor sea el riesgo previsto para la postura, el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, establece que se trata de una postura de riesgo muy alto sobre la que se debería actuar de inmediato.

Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 19. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

El siguiente esquema sintetiza la aplicación del método.

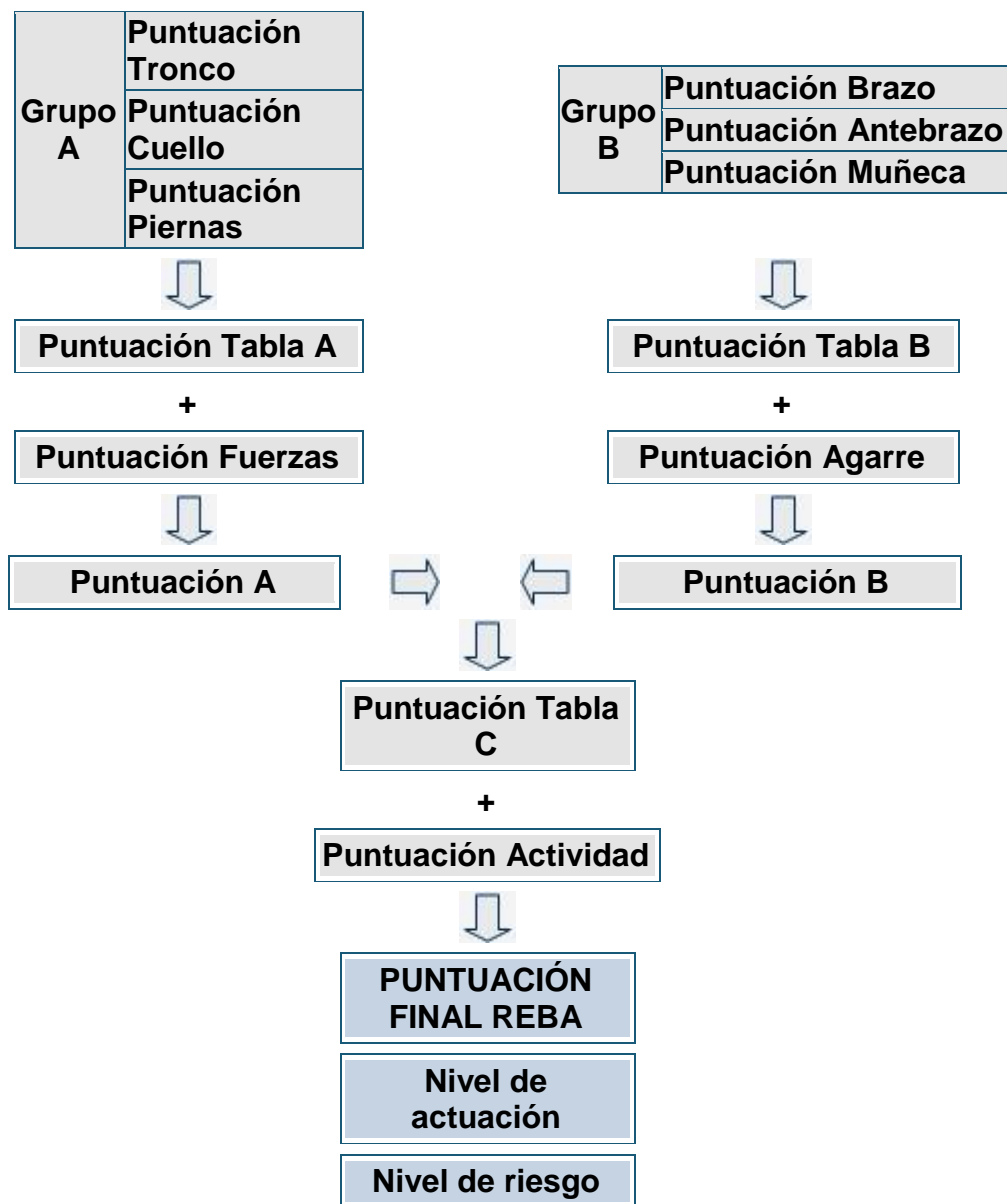


Figura13. Flujo de obtención de puntuaciones en el método REBA.

Cabe recordar que los pasos del método detallados se corresponden con la evaluación de una única postura. Para el análisis de puestos la aplicación del método deberá realizarse para las posturas más representativas. El análisis del conjunto de resultados permitirá al

evaluador determinar si el puesto resulta aceptable tal y como se encuentra definido, si es necesario un estudio más profundo para mayor concreción de las acciones a realizar, si es posible mejorar el puesto con cambios concretos en determinadas posturas o si, finalmente, es necesario plantear el rediseño del puesto.

3.5 HERRAMIENTA DE DESARROLLO DEL SOFTWARE

3.5.1 WPF (WINDOWS PRESENTATION FOUNDATION)

Es una tecnología de Microsoft. Esta permite el desarrollo de interfaces de interacción en Windows tomando características de aplicaciones Windows y aplicaciones Web.

El núcleo de WPF es un motor de representación basado en vectores e independiente de la resolución que se crea para sacar partido del hardware de gráficos moderno. WPF extiende el núcleo con un conjunto completo de características de desarrollo de aplicaciones que incluye Lenguaje XAML, controles, enlace de datos, diseño, gráficos 2D y 3D, animación, estilos, plantillas, documentos, multimedia, texto y tipografía. WPF se incluye en Microsoft .NET Framework, de modo que es posible compilar aplicaciones que incorporen otros elementos de la biblioteca de clases de .NET Framework.

Los conceptos fundamentales de la programación en WPF permitirá crear instancias de clases, definir propiedades, llamará a métodos y controlar eventos con el lenguaje de programación de .NET Framework que prefiera, como C# o Visual Basic (Oskar Alvarez - WPF).

3.5.2 SDK KINECT MICROSOFT V 1.0

El Kit de desarrollo del Kinect de Microsoft, es una herramienta que permite manipular los datos capturados por los sensores del Kinect y llevarlos a un lenguaje de programación (C#.Net) para crear aplicaciones Windows.

Esta herramienta es completamente gratuita.

3.5.3 LENGUAJE C#

Es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Microsoft y hace parte de su plataforma de desarrollo .Net.

Su sintaxis básica deriva del lenguaje C y C++, pero además de esto, utiliza también el modelo de objetos de la plataforma .Net. En pocas palabras es una evolución de C y C++ (Asensio López Fernández).

3.5.4 FRAMEWORK XNA

Es un conjunto de librerías de .Net para el desarrollo de juegos de ordenador y XBOX 360. Facilita bastante el desarrollo de videojuego para estas plataformas, es decir, se desarrolla un juego para Windows y luego se crea su versión para XBOX 360. Este permite empezar a escribir un juego en los primeros momentos de la creación de un proyecto (Mitch Walker).

3.6 KINECT



Sensor Kinect

El Kinect es un controlador de juego libre y entretenimiento desarrollado por Microsoft para la videoconsola Xbox 360. Kinect permite a los usuarios controlar e interactuar con la consola sin necesidad de tener contacto físico con un controlador de videojuegos tradicional, mediante una interfaz natural de usuario que reconoce gestos, comandos de voz, y objetos e imágenes.

El Kinect está compuesto por:

- Una cámara tradicional (Resolución 640x480 RGB 30fps VGA).
- Un emisor de infrarrojos.

- Una cámara de infrarrojos.
 - 4 micrófonos (16 bit sampling rate: 16Hz).
 - Un motor.
- Kinect utiliza un sensor de movimiento que detecta todos los movimientos del cuerpo. Mientras que la persona se mueve el Kinect crea un esquema digital del cuerpo basándose en datos de profundidad, de esta forma cuando se mueva el cuerpo el sensor capturará el movimiento y lo reflejará en la pantalla (Tesis Guiado gestual de un robot humanoide mediante un sensor Kinect - Sammy Pfeiffer).

3.7 MODELAMIENTO DEL SOFTWARE

3.7.1 CASOS DE USO

En esta sesión se podrá apreciar las diferentes funcionalidades de las cuales dispone la aplicación de análisis ergonómico, los diferentes flujos funcionales de cada una de estas funcionalidades.

3.7.1.1 ACTORES

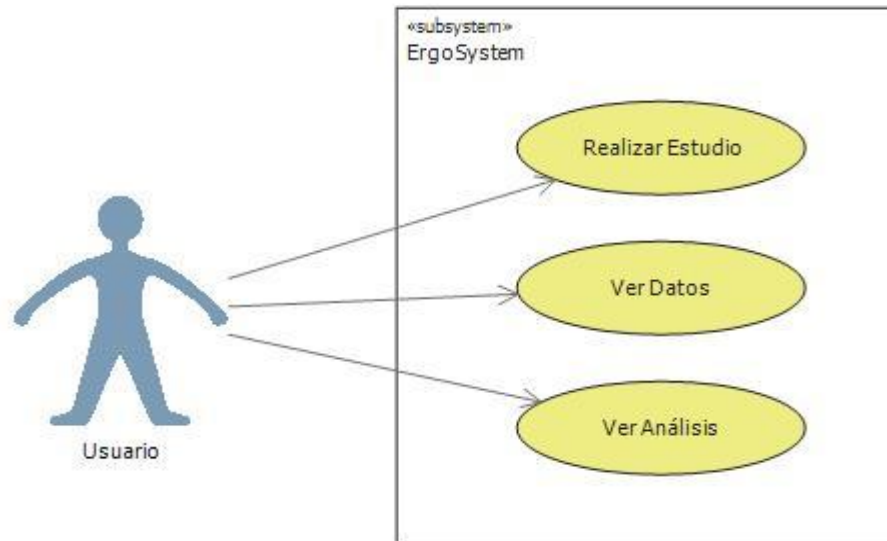
Representa los usuarios que tienen relación directa con el aplicativo de análisis ergonómico.



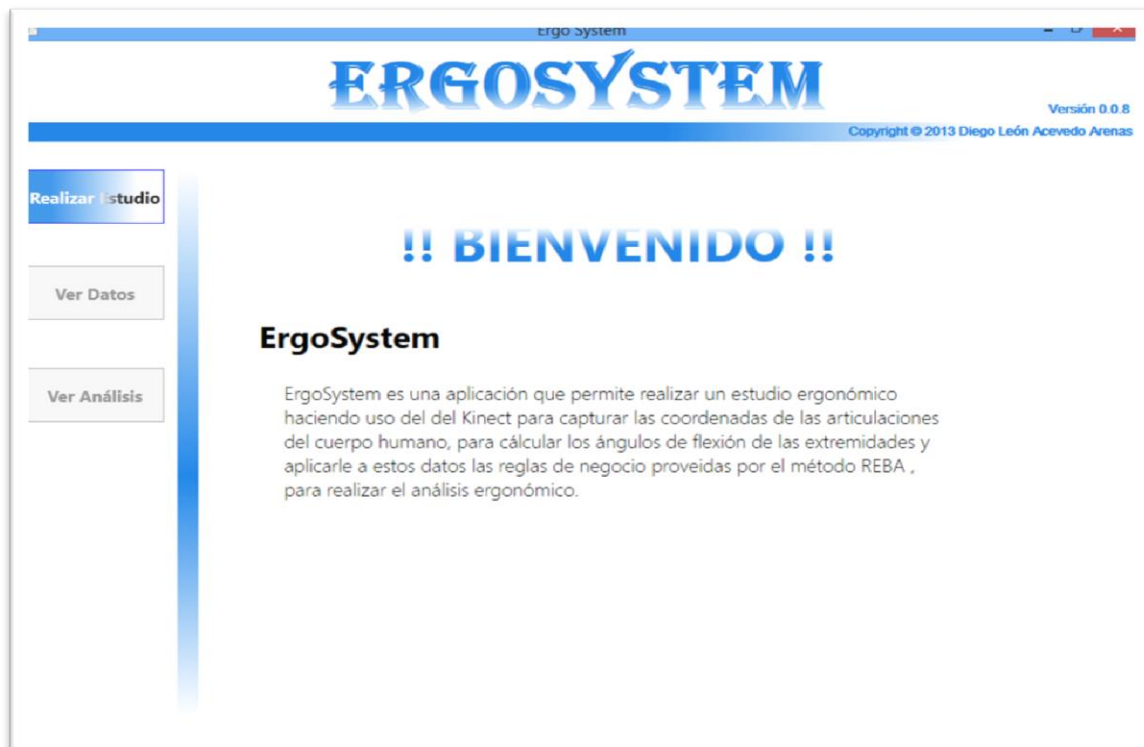
3.7.1.2 DIAGRAMA DE CASOS DE USO GENERAL

Este diagrama muestra una visión general de las funcionalidades que posee el aplicativo de análisis ergonómico y su relación con el usuario.

CASO DE USO DE ALTO NIVEL



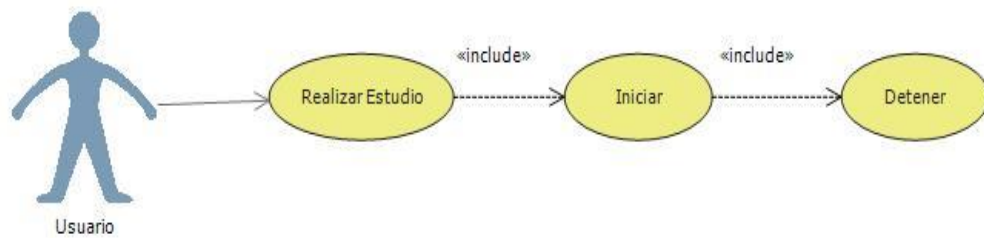
PROTOTIPO



3.7.1.3 CASO DE USO REALIZAR ESTUDIO

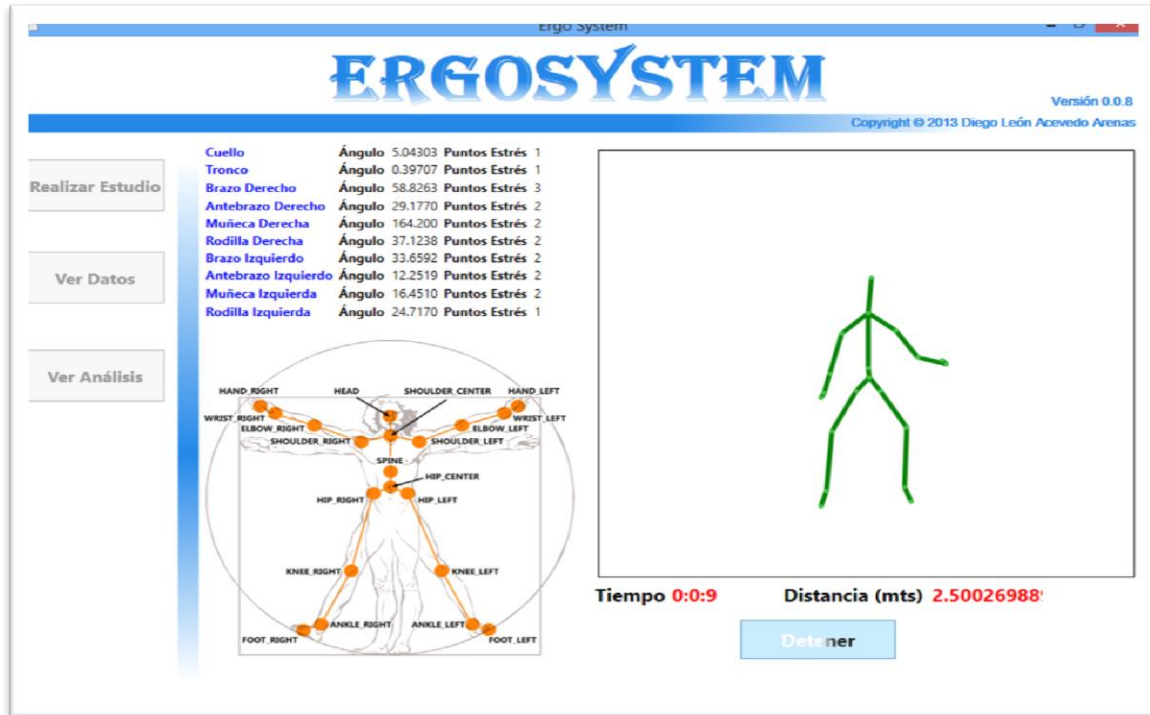
Este caso de uso muestra la interacción del usuario con la funcionalidad “Realizar Estudio” del aplicativo de análisis ergonómico, así como las diferentes funcionalidades que están dentro del caso de uso.

CASO DE USO DE ALTO NIVEL



PROTOTIPO

Prototipo de la interfaz de usuario del sistema ERGOSYSTEM. El encabezado muestra "Ergo System" y "ERGOSYSTEM" en grandes letras azules. A la derecha del encabezado se indica "Versión 0.0.8" y "Copyright © 2013 Diego León Acevedo Arenas". En el menú lateral izquierdo, se encuentran los botones "Realizar estudio", "Ver Datos" y "Ver Análisis". El área principal de la interfaz contiene los campos de entrada "Nombre" y "Documento", y un botón "Iniciar" centrado debajo.



CASO DE USO DETALLADO

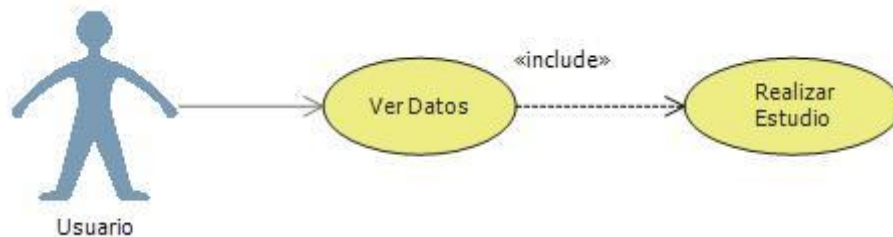
Identificador	1	
Nombre	Realizar Estudio	
Versión	0.0.1	
Actor (es)	Usuario	
Propósito	Realizar el estudio ergonómico a través del Kinect.	
Dependencias	Caso de uso Ver Datos, Caso de uso Ver Análisis.	
Generalizaciones	N/a	
Descripción	El caso de uso describe el proceso de realizar el estudio ergonómico a través del Kinect.	
Precondiciones	Acceso a la aplicación Ergosystem.	
Activadores	Este caso de uso lo activa el actor Usuario.	
Flujo Básico Pasos	Acciones del Actor	Acciones del Sistema
	1. Selecciona la opción Realizar Estudio.	2. Muestra la pantalla de Inicio para registrar el nombre y el documento de identidad de la persona a evaluar e iniciar el estudio ergonómico.
	3. Ingresas los datos de la persona que se va a realizar el estudio y le da clic en Iniciar.	4. Muestra la pantalla que contiene el sensor que manipula el Kinect y comienza a realizar el estudio

		ergonómico de la postura de la persona, mostrando los ángulos de flexión de las extremidades y la imagen del esqueleto de la persona, el análisis ergonómico se realiza evaluando las coordenadas que entrega el Kinect de las diferentes articulaciones del cuerpo humano y aplicando las reglas de negocio aportadas por el Método REBA.
	5. Da clic en Detener.	6. Detiene el sensor del Kinect e inmediatamente el Kinect deja de capturar datos de la persona, también se detiene el cálculo de los ángulos y análisis de la información.
Post condiciones	Los datos del estudio ergonómico quedan almacenados en memoria hasta que la aplicación se cierre o se vuelva a realizar otro estudio.	
Flujo Alternativo	N/a	
Flujo Excepcional		
Comentarios	Esta opción solo realiza el estudio ergonómico.	

3.7.1.4 CASO DE USO VER DATOS

Este caso de uso muestra la interacción del usuario con la funcionalidad “Ver Datos” del aplicativo de análisis ergonómico, así como las diferentes funcionalidades que están dentro del caso de uso.

CASO DE USO DE ALTO NIVEL



PROTOTIPO

The screenshot displays the ERGOSYSTEM software interface. At the top, it says "ergo system" and "ERGOSYSTEM" in large blue letters. Below that, it indicates "Versión 0.0.8" and "Copyright © 2013 Diego León Acevedo Arenas".

On the left side, there are three buttons: "Realizar Estudio", "Ver Datos", and "Ver Análisis".

The main content area shows three tables:

Listado de Puntuaciones de Estrés Por Iteración

Iteración	Cuello	Tronco	PiernaIzquierda	PiernaDerecha	BrazoIzquierdo	BrazoDerecho	AnteBrazoIzquierdo	AnteBrazoDerecho	MuñecaIzquierda
1	1	2	1	1	3	2	2	2	1
2	1	2	1	1	3	2	2	2	2
3	1	2	1	1	2	2	2	2	1

Listado de Resultados Por Iteración Lado Izquierdo

Iteración	Puntuación	Nivel De Acción	Nivel De riesgo	Intervención
1	4	2	Medio	Necesaria
2	5	2	Medio	Necesaria
3	3	1	Bajo	Puede ser necesaria
4	3	1	Bajo	Puede ser necesaria

Listado de Resultados Por Iteración Lado Derecho

Iteración	Puntuación	Nivel De Acción	Nivel De riesgo	Intervención
1	3	1	Bajo	Puede ser necesaria
2	3	1	Bajo	Puede ser necesaria
3	3	1	Bajo	Puede ser necesaria
4	3	1	Bajo	Puede ser necesaria

Resultado Promedio

Lado Izquierdo	Lado Derecho
Nivel de Riesgo Bajo, Intervención puede ser necesaria	Nivel de Riesgo Bajo, Intervención puede ser necesaria

CASO DE USO DETALLADO

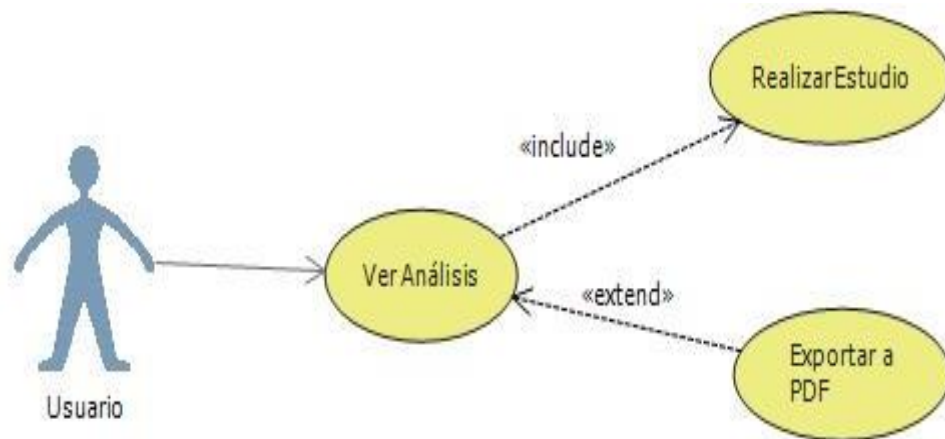
Identificador	2	
Nombre	Ver Datos	
Versión	0.0.1	
Actor (es)	Usuario	
Propósito	Mostrar los datos capturados en el caso de uso Realizar Estudio.	
Dependencias		
Generalizaciones	N/a	
Descripción	El caso de uso describe el proceso de ver los datos capturado en el Caso de uso Realizar Estudio.	
Precondiciones	Caso de uso Realizar Estudio.	
Activadores	Este caso de uso lo activa el actor Usuario.	
Flujo Básico Pasos	Acciones del Actor	Acciones del Sistema
	1. Selecciona la opción Ver Datos.	2. Muestra la pantalla de Ver Datos, para ver los datos resultantes del análisis ergonómico realizado en el

		caso de uso "Realizar Estudio".
Post condiciones	N/a	
Flujo Alternativo	N/a	
Flujo Excepcional		
Comentarios	Esta opción solo muestra los datos del análisis ergonómico.	

3.7.1.5 CASO DE USO VER ANÁLISIS

Este caso de uso muestra la interacción del usuario con la funcionalidad "Ver Análisis" del aplicativo de análisis ergonómico, así como las diferentes funcionalidades que están dentro del caso de uso.

CASO DE USO DE ALTO NIVEL



PROTOTIPO



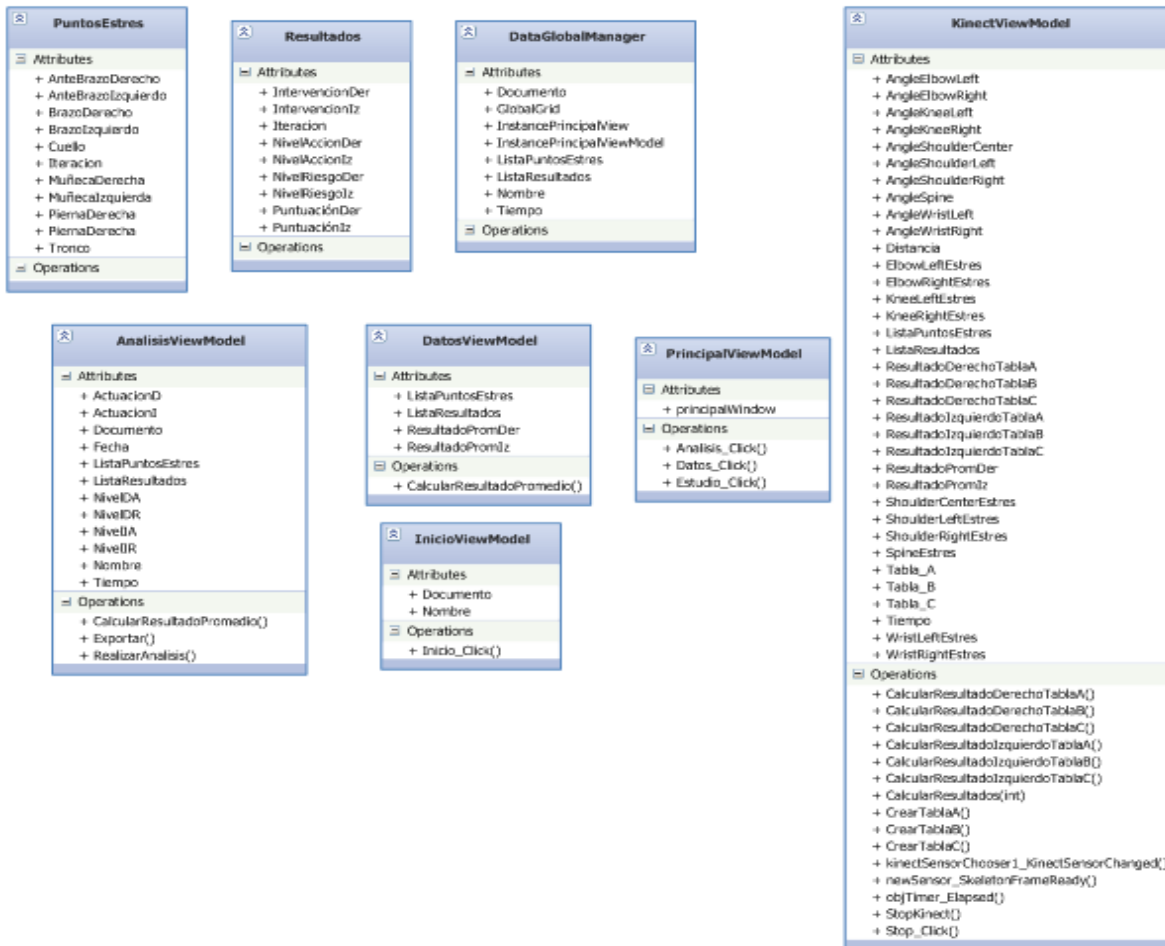
CASO DE USO DETALLADO

Identificador	3	
Nombre	Ver Análisis	
Versión	0.0.1	
Actor (es)	Usuario	
Propósito	Ver el Análisis ergonómico.	
Dependencias		
Generalizaciones	N/a	
Descripción	El caso de uso describe el proceso de Ver el análisis del estudio ergonómico realizado en el caso de uso "Realizar Estudio".	
Precondiciones	Caso de uso Realizar Estudio.	
Activadores	Este caso de uso lo activa el actor Usuario.	
Flujo Básico Pasos	Acciones del Actor	Acciones del Sistema
	1. Selecciona la opción Ver Análisis.	2. Muestra la pantalla de Ver Análisis, con los datos de la persona, y los resultados del análisis ergonómico.
Post condiciones	N/a	

Flujo Alternativo	1. Selecciona la opción Ver Análisis.	2. Muestra la pantalla de Ver Análisis, con los datos de la persona, y los resultados del análisis ergonómico.
	3. Da clic en el botón Exportar a PDF.	4. Exporta el Análisis ergonómico a un archivo PDF.
Flujo Excepcional	N/a	
Comentarios	Esta opción solo muestra el análisis ergonómico y la opción para exportarlo a PDF.	

3.7.2 DIAGRAMA DE CLASES

El diagrama de clases muestra todas las clases que existen en la estructura del aplicativo, sus atributos y relaciones, no existen relaciones porque no son clases de la base de datos ya que en esta aplicación no se utilizó bases de datos.

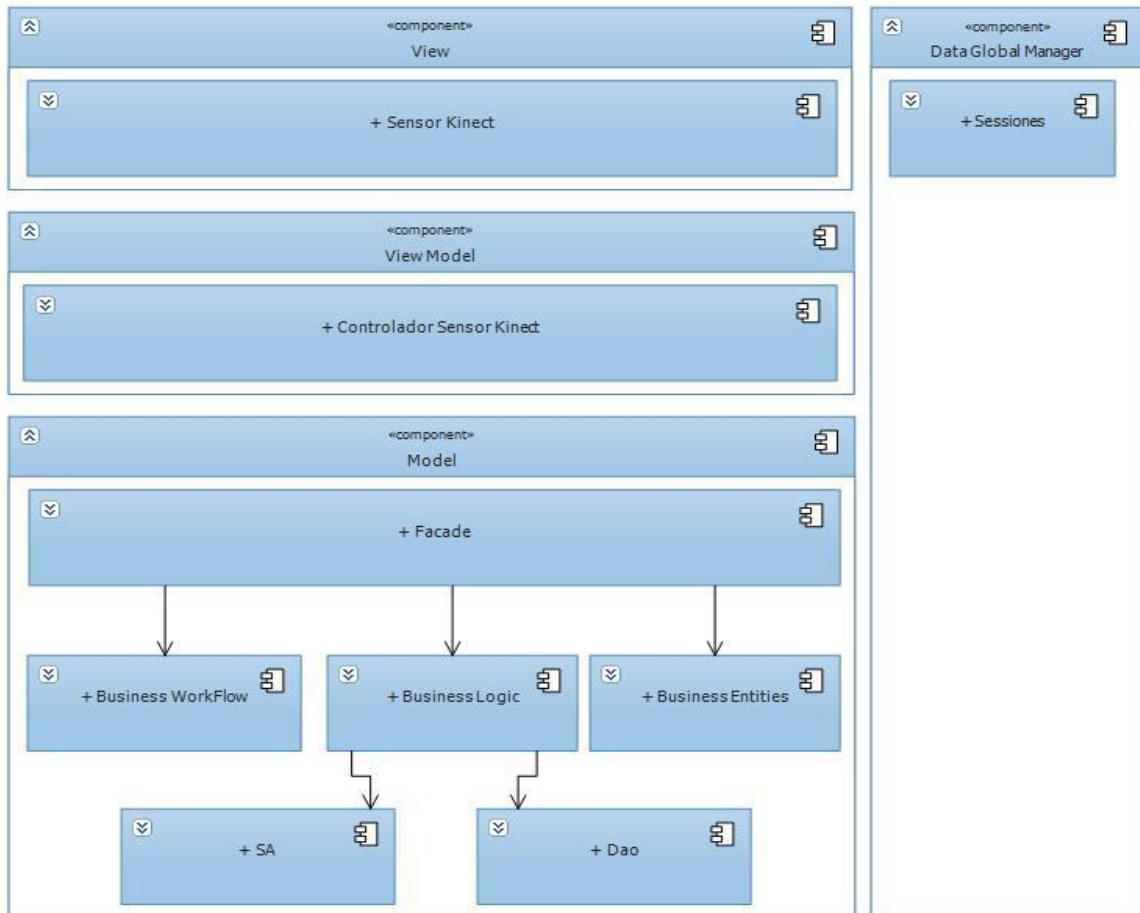


3.7.3 DIAGRAMA DE COMPONENTES

Componente View: Este componente contiene todas las interfaces de usuario que capturarán la información que será enviada al componente View Model.

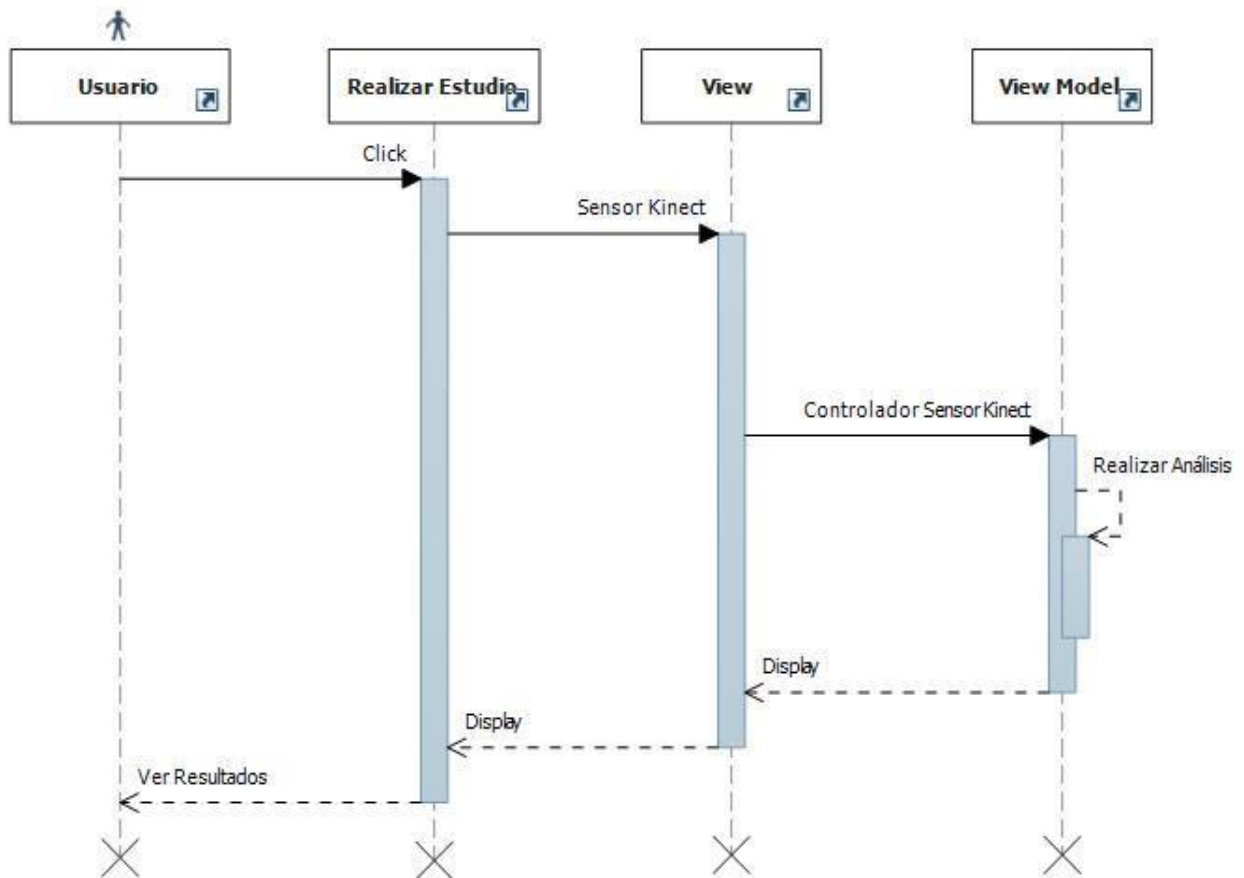
Componente View Model: Es el encargado de delegar las funciones que van desde View hacia el Model, es el único que puede interactuar con el componente Model.

Componente Model: Este componente contiene toda la lógica del negocio teniendo varias capas para aumentar la cohesión y disminuir el acoplamiento, teniendo la capa de FACADE como la capa que se expone para permitir compartir los métodos de esta con el componente ViewModel.



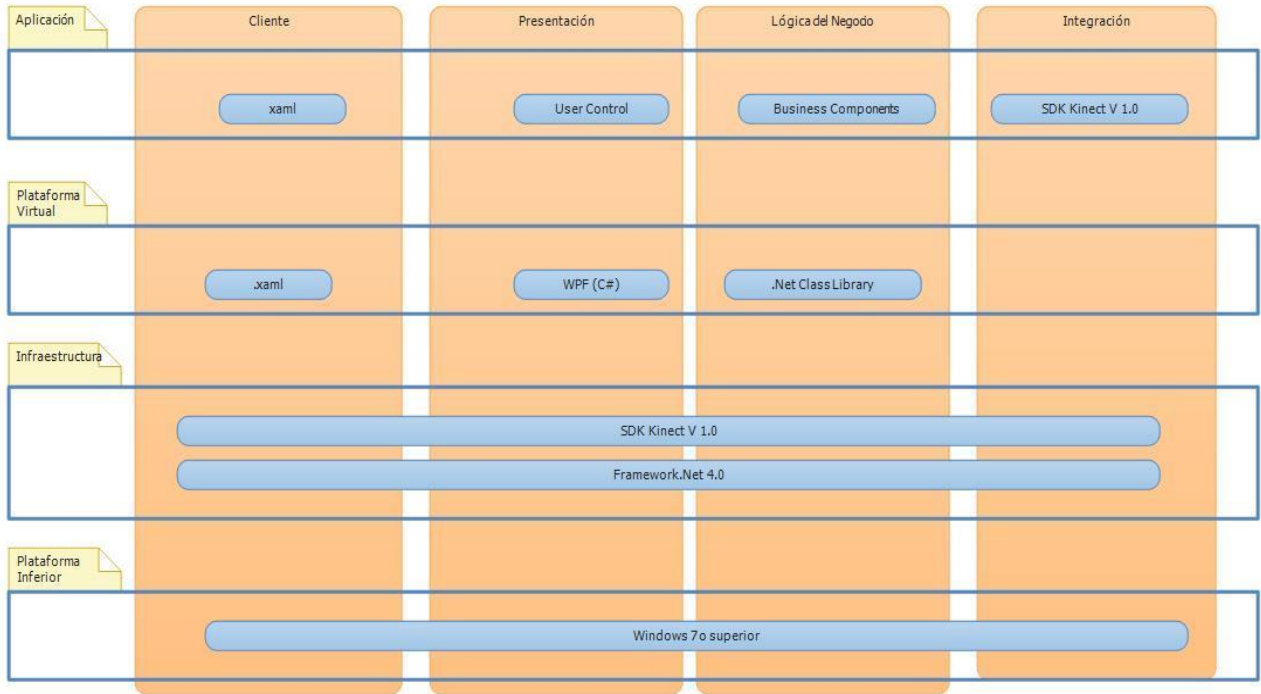
3.7.4 DIAGRAMA DE SECUENCIA

El diagrama de secuencia describe la interacción que hay entre los diferentes componentes y su retorno, en este caso se describe el caso de uso “Realizar Estudio”.



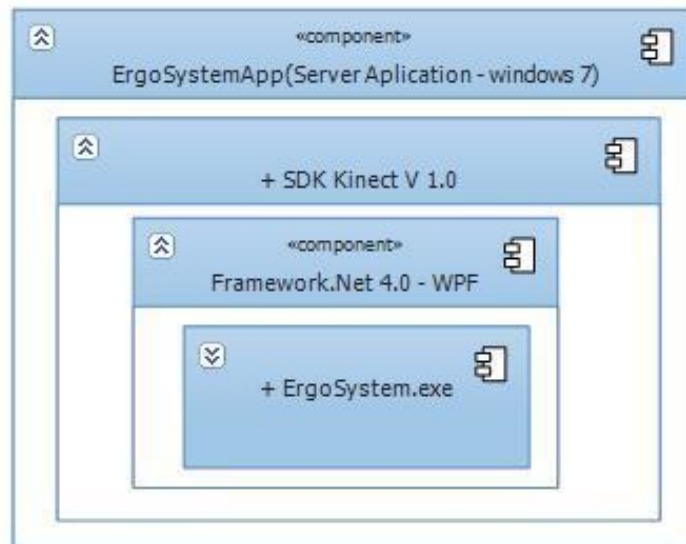
3.7.5 DIAGRAMA DE PLATAFORMA DISTRIBUIDA

Los siguientes diagramas describen la matriz tecnológica de capas lógicas versus niveles físicos del sistema, reflejando en cada una de ellas las decisiones que se tomaron respecto a tecnologías:



3.7.6 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE

A continuación se describen las especificaciones más relevantes de hardware y las relaciones entre sus componentes.



4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 CASO DE ESTUDIO

Se necesita realizar un análisis ergonómico mediante el uso de la aplicación ErgoSystem.

El Kinect de Microsoft captura las coordenadas (x, y, z) de las siguientes partes del cuerpo humano:

- Cabeza (Head)
- Hombro Central (Shoulder Center)
- Hombro Izquierdo (Shoulder Left)
- Hombro Derecho (Shoulder Right)
- Espina dorsal (Spine)
- Cadera central (Hip Center)
- Cadera izquierda (Hip Left)
- Cadera derecha (Hip Right)
- Antebrazo izquierdo (Elbow Left)
- Antebrazo derecho (Elbow Right)
- Muñeca izquierda (Wrist Left)
- Muñeca derecha (Wrist Right)
- Mano izquierda (Hand Left)
- Mano derecha (Hand Right)
- Rodilla izquierda (Knee Left)
- Rodilla derecha (Knee Right)
- Tobillo izquierdo (Ankle Left)
- Tobillo derecho (Ankle Right)
- Pie izquierdo (Foot Left)
- Pie derecho (Foot Right)

El análisis ergonómico que arroja la aplicación ErgoSystem, es un análisis que solo evalúa si la postura actual de la persona es correcta o incorrecta. Es un análisis basado en los resultados del método REBA, este no describe si los ángulos de flexión de las articulaciones del cuerpo humana son correctos o incorrectos de forma individual, si no que los agrupa de la siguiente forma:

Grupo A conformado por el cuello, el tronco y las piernas.

Grupo B conformado por los brazos, antebrazos y muñecas.
De cada grupo la aplicación ErgoSystem saca una puntuación realizando el cruce de información en la tabla de puntuación del grupo A y B respectivamente definidas en el Método REBA, con estas dos puntuaciones se realiza un nuevo cruce de información para determinar la puntuación final utilizando la tabla de resultados C definida en el Método REBA y de esta manera nos da la puntuación final para poder determinar si la postura actual de la persona es correcta o incorrecta, esto es comparando esa puntuación final con la tabla de resultados definida en el Método REBA, la cual nos indica el nivel de acción, el nivel de riesgo y si se debe actuar o no.

Fecha: Martes de 30 Abril de 2013
Nombre: Diego León Acevedo Arenas
Documento: 71367339
Tiempo: 5 minutos

Ángulos

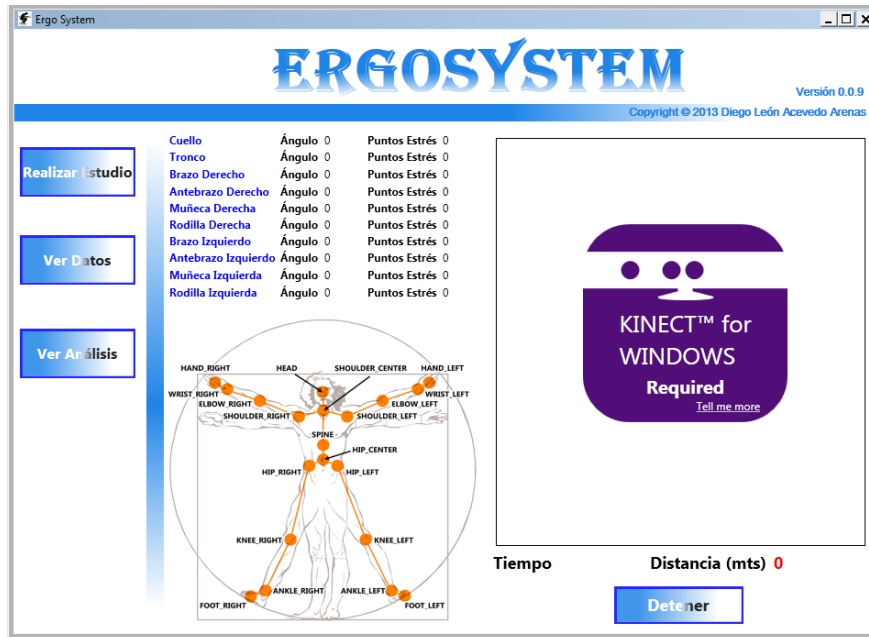
Grupo A

Cuello: 5°
Tronco: 0.39°
Pierna Izquierda: 24.71°
Pierna Derecha: 37.12°

Grupo B

Brazo Izquierdo: 33.65°
Antebrazo Izquierdo: 12.25°
Muñeca Izquierda: 16.45°

Brazo Derecho: 58.82°
Antebrazo Derecho: 29.17°
Muñeca Derecha: 30°



Puntuaciones REBA

Grupo A

Cuello: 1
 Tronco: 1
 Pierna Izquierda: 1
 Pierna Derecha: 2

Grupo B

Brazo Izquierdo: 2
 Antebrazo Izquierdo: 2
 Muñeca Izquierda: 2

Brazo Derecho: 3
 Antebrazo Derecho: 2
 Muñeca Derecha: 2

Puntuación Grupo A Lado Izquierdo: 1

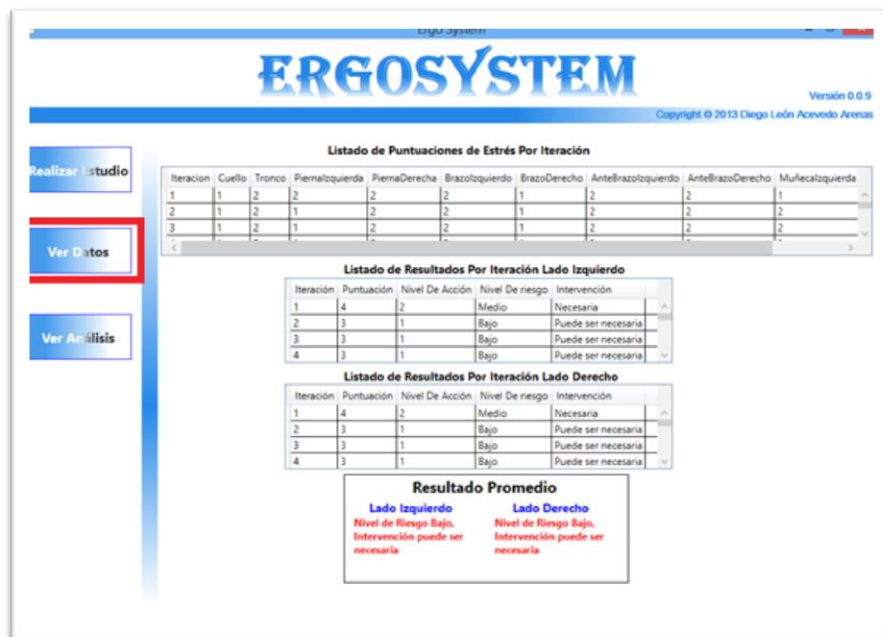
Puntuación Grupo A Lado Derecho: 2

Puntuación Grupo B Lado Izquierdo: 3

Puntuación Grupo B Lado Derecho: 5

Puntuación Total Lado Izquierdo (Cruce Grupo A y Grupo B + 1 incremento de actividad Muscular): 2

Puntuación Total Lado Derecho (Cruce Grupo A y Grupo B + 1 incremento de actividad Muscular): 5



Resultados REBA

Lado Izquierdo del cuerpo

Nivel de Acción: 1

Nivel de Riesgo: Bajo

Actuación: No necesaria

Lado Derecho del cuerpo

Nivel de Acción: 5

Nivel de Riesgo: Medio

Actuación: Necesaria

The screenshot displays the ERGOSYSTEM software interface. At the top, the logo "ERGOSYSTEM" is prominent, with "Versión 0.0.9" and "Copyright © 2013 Diego León Acevedo Arenas" to its right. The main heading is "ANÁLISIS". On the left, a vertical menu contains three buttons: "Realizar estudio", "Ver Datos", and "Ver Análisis", with the latter highlighted by a red box. On the right, there is an "Exportar a PDF" button. Below the heading, the following data is shown:

Fecha: martes, 07 de mayo de 2013 7:29:12 p. m.
Nombre: Diego Acevedo
Documento: 71367339
Tiempo (hh:mm:ss): 00:10

RESULTADOS REBA

Lado derecho del cuerpo

Nivel de Acción	1
Nivel de Riesgo	Bajo
Actuación	Puede ser necesaria

Lado izquierdo del cuerpo

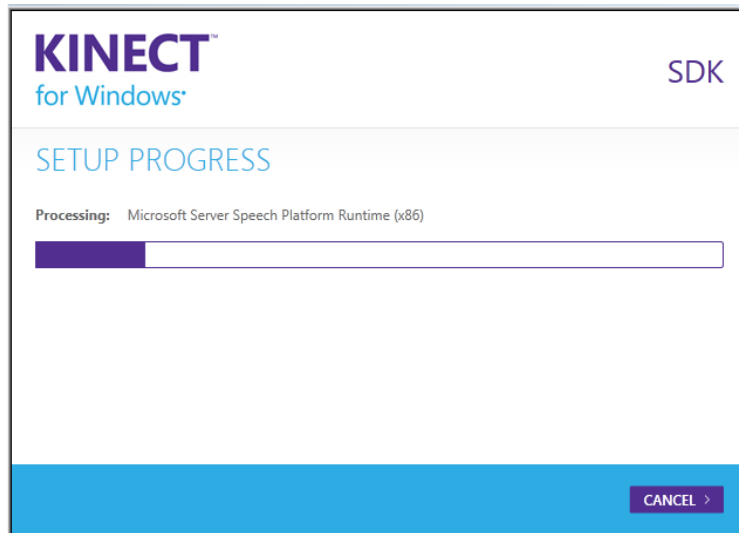
Nivel de Acción	1
Nivel de Riesgo	Bajo
Actuación	Puede ser necesaria

MANUAL DE INSTALACIÓN

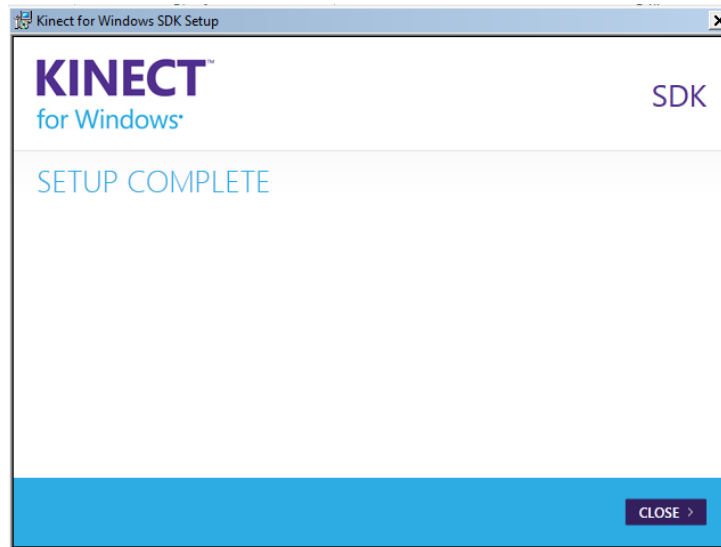
1. El software está certificado para su correcto funcionamiento en Windows 7.
2. Se debe descargar e instalar el SDK Kinect V 1.0 de Microsoft, de la siguiente url: <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=28782>



Clic en Instalar.

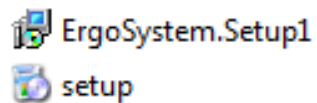


Clic en Close.

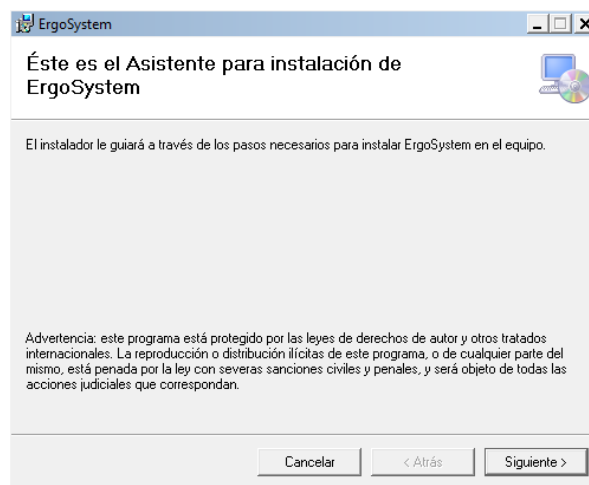


3. Instalar el software del aplicativo para análisis ergonómico ErgoSystem:

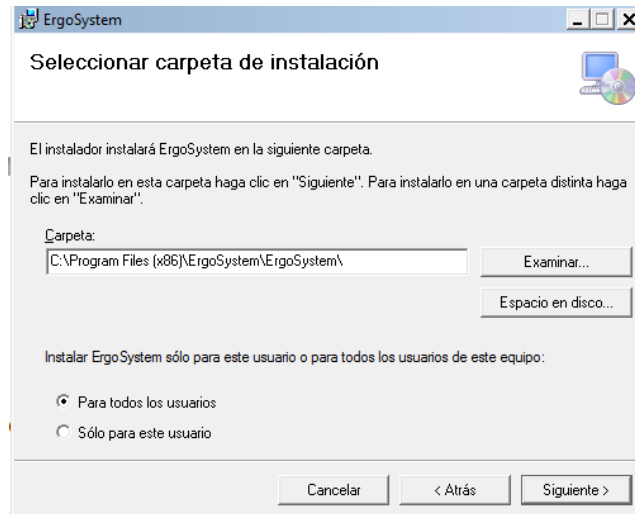
Clic en el archivo setup.



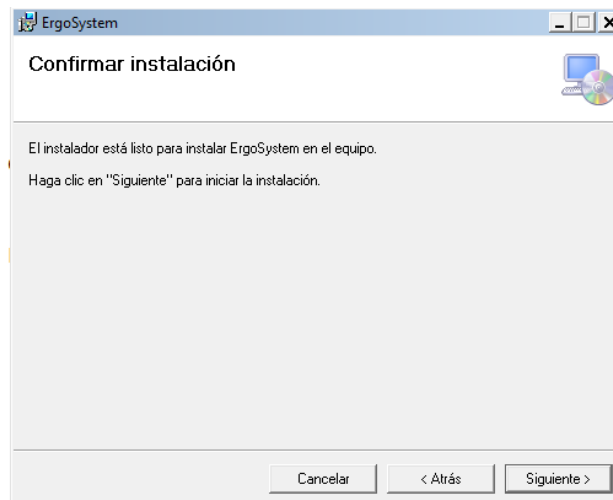
Clic en siguiente.



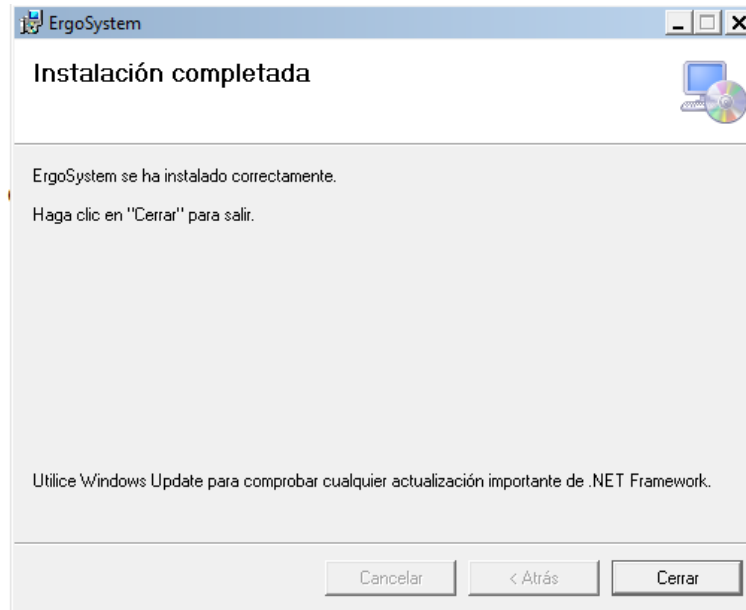
Clic en siguiente.



Clic en siguiente.



Clic en Cerrar.



4. Reiniciar el equipo.

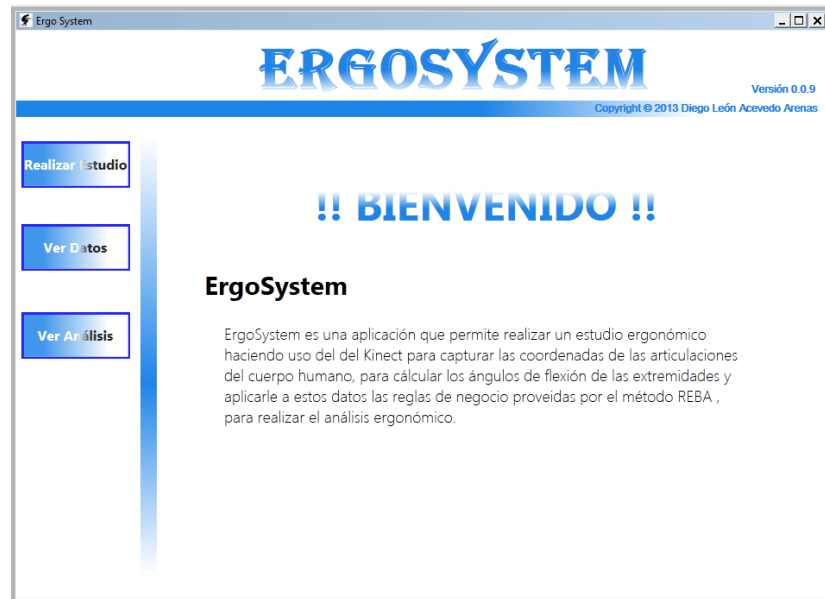
MANUAL DE USUARIO

1. Conectar el Kinect al PC.

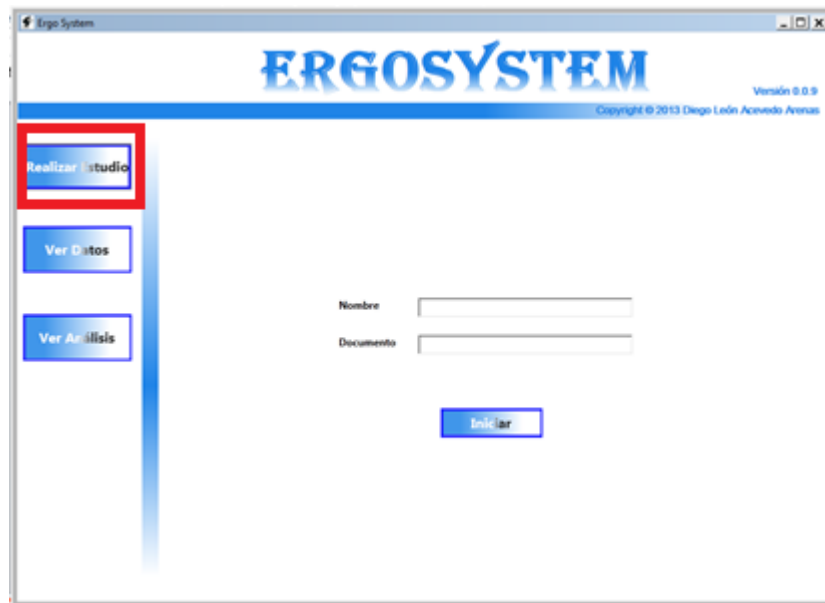


2. Abrir la aplicación ErgoSystem.
Clic en el ícono Ergosystem que aparece en el Escritorio o en la barra de Inicio.

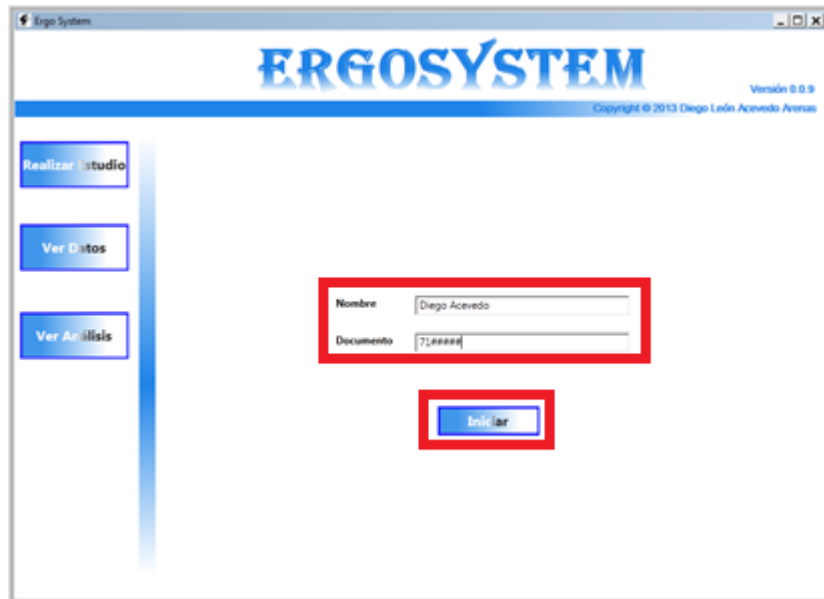




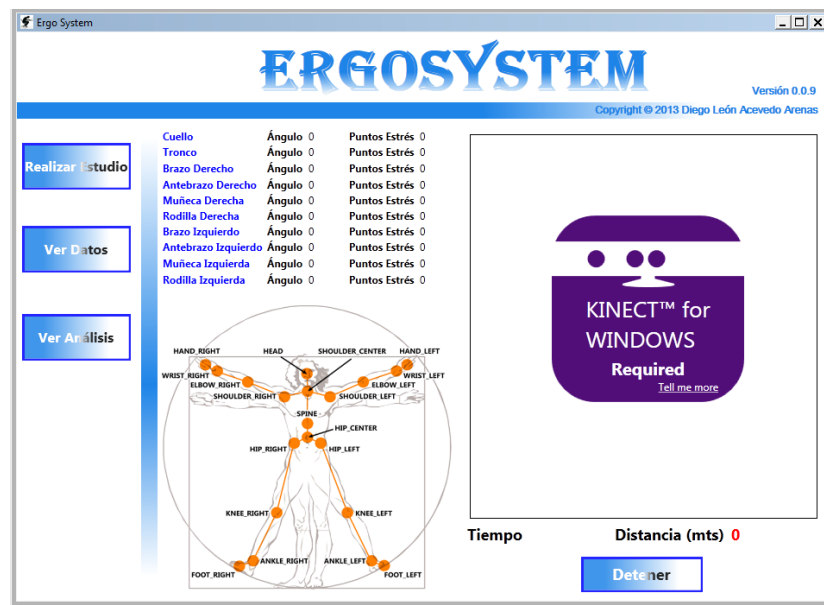
3. Clic en Realizar Estudio.



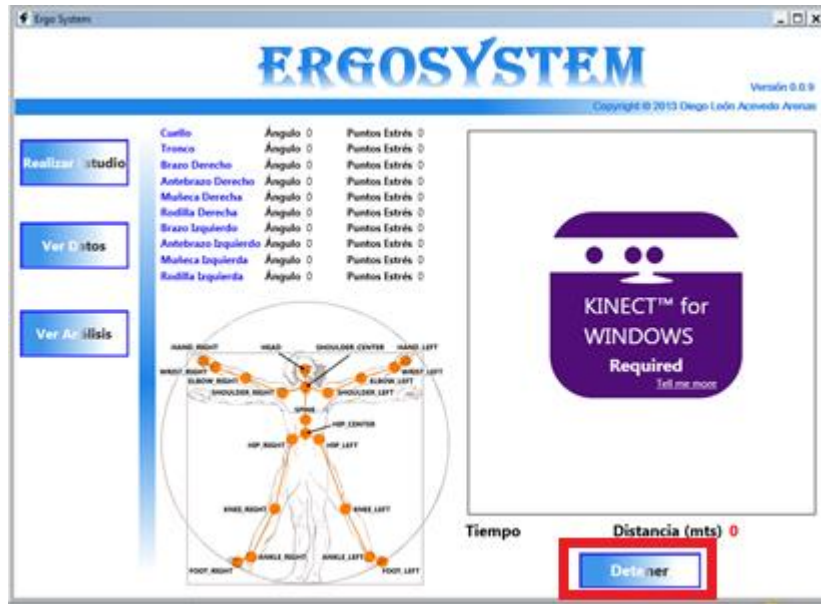
4. Ingresar los datos de la persona a evaluar y luego clic en Iniciar.



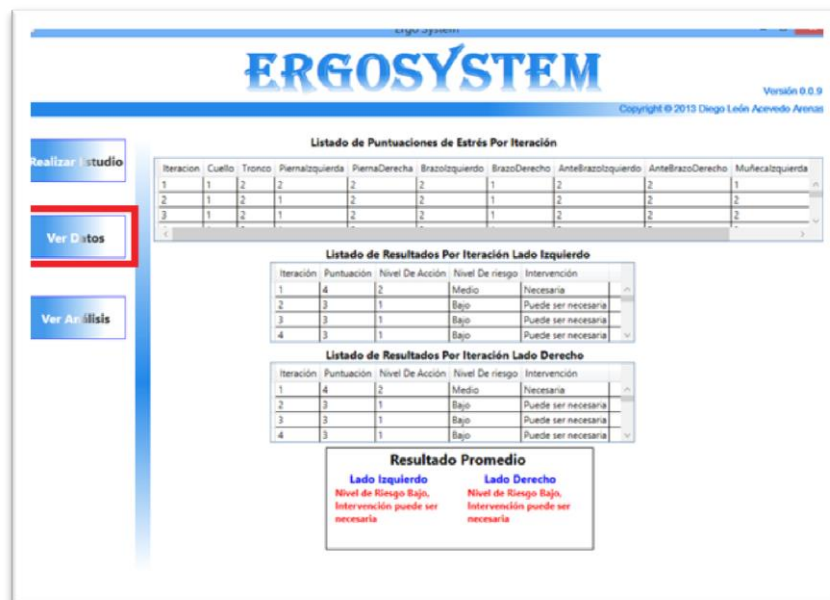
5. Dejar el Kinect realizando el estudio durante el tiempo deseado.



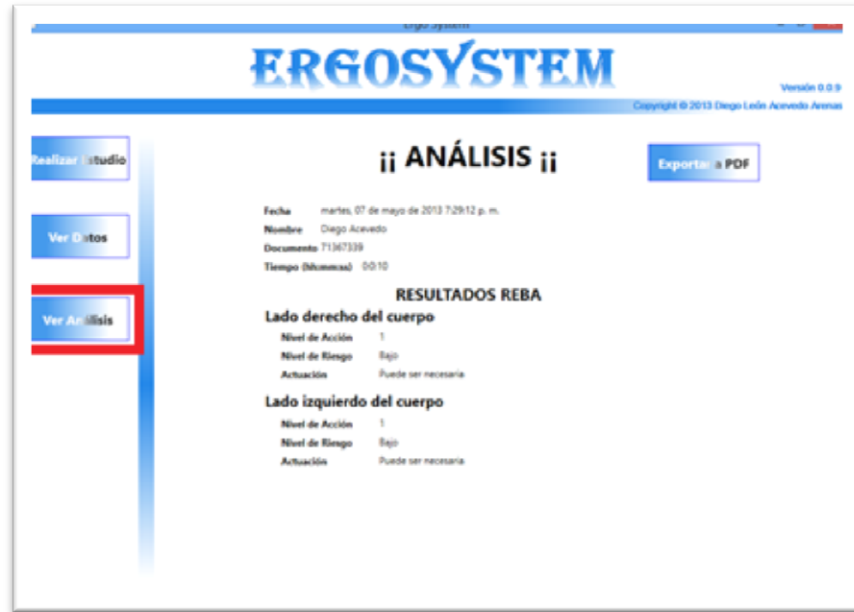
6. Clic en Detener para detener el estudio ergonómico.



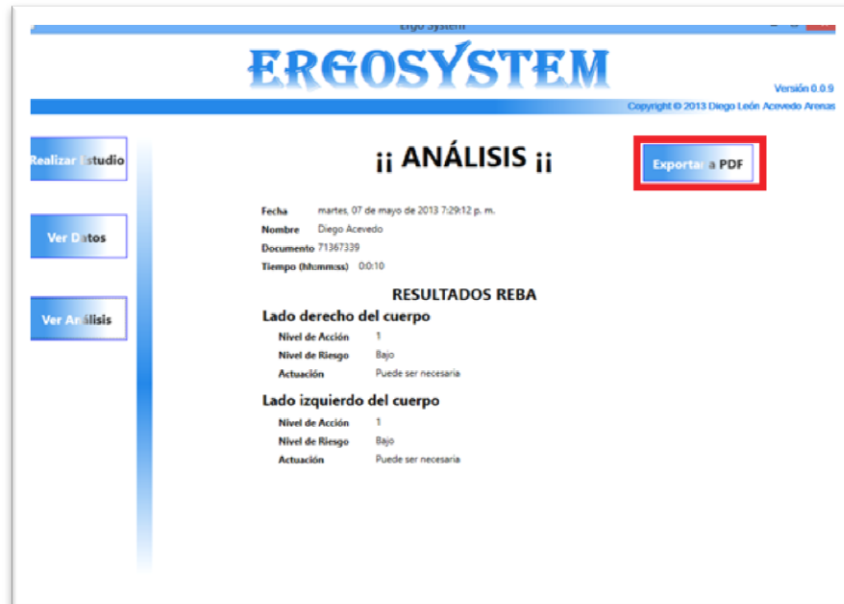
7. Clic en Ver Datos.



8. Clic en Ver Análisis.



9. Clic en Exportar a PDF.



CONCLUSIONES

ErgoSystem es una aplicación que permite realizar un análisis ergonómico haciendo uso del Kinect para capturar las coordenadas de las articulaciones del cuerpo humano y poder calcular los ángulos de flexión de las diferentes articulaciones del cuerpo humano. Una vez obtenidos estos ángulos de flexión se procede a aplicarle a estos datos las reglas de negocio proveídas por el método REBA, para realizar el análisis ergonómico y definir si la postura actual de la persona es correcta o incorrecta.

Los aspectos más relevantes en la realización de un análisis ergonómico son los ángulos de flexión de las diferentes articulaciones del cuerpo humano, en pocas palabras la postura de la persona.

El análisis ergonómico que da la aplicación ErgoSystem a través de la captura y análisis de imágenes, es un análisis que solo evalúa si la postura actual de la persona es correcta o incorrecta; es un análisis basado en los resultados del método REBA, este no describe si los ángulos de flexión de las articulaciones del cuerpo humano son correctos o incorrectos de forma individual, si no que los agrupa en dos grupos y da un resultado final cruzando la información de estos dos grupos.

Todo este análisis que arroja la aplicación ErgoSystem permitirá al evaluador determinar si el puesto de trabajo de la persona resulta aceptable o si debe cambiarse, si es necesario realizar un estudio más profundo para una mayor concepción de las acciones a realizar.

Se logró como objetivo el desarrollo de un software que permite evaluar la postura de una persona en su puesto de trabajo dando como resultado un análisis ergonómico de la persona laborando.

REFERENTE BIBLIOGRÁFICO

- Color detection
<http://www.aishack.in/2010/07/tracking-colored-objects-in-opencv/>
- Head Pose OpenCV
<http://www.morethantechnical.com/2010/03/19/quick-and-easy-head-pose-estimation-with-opencv-w-code/>
- Skindetection
<http://www.matmidia.mat.puc-rio.br/sibgrapi2009/media/posters/59928.pdf>
- REBA
<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Kinect
<http://www.xbox.com/es-ES/Kinect/GetStarted>
- Tesis Guiado gestual de un robot humanoide mediante un sensor Kinect. Sammy Pfeiffer.
- NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Silvia Nogareda Cuaxart.
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_601.pdf
- Documento PDF: Análisis para determinar los factores que inciden en los dta's que sufren los Odontólogos (Aide A. Maldonado, Rodrigo Ríos, Marisol Quezada).
- Diego-Mas, J. A., & Asensio, C. S. (s.f.). Métodos de evaluación ergonómica. Ergonomía ocupacional. Prevención de riesgos laborales. Salud laboral. (E. Universidad Politécnica de Valencia, Productor)
<http://www.ergonautas.upv.es>.
- WPF (Oskar Alvarez)
<http://www.desarrolloweb.com/articulos-copyleft/articulo-tutorial-wpf.html>
- Kinect for Windows
<http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/develop/resources.aspx>
- Artículo: Porqué elegir el lenguaje C# - Asensio López Fernández
<http://toodaim.blogspot.com/2013/02/articulo-por-que-elegir-c.html>
- Artículo: ¿Qué es el Framework XNA? – Mitch Walker
<http://aprendiendoxna.wordpress.com/articulos/xna/el-framework-de-xna/>
<http://blogs.msdn.com/b/xna/archive/2006/08/25/724607.aspx>

- Ergonomía. La salud y seguridad en el trabajo
http://actrav.itcilo.org/osh_es/m%F3dulos/ergo/ergoa.htm#II. Lesiones y enfermedades habituales
- Artículo: Musculoskeletal Disorders in Relation to Age and Occupation in Swedish Construction Workers - Holstrom, E. & Engholm, G. (2003). Obtenido de http://www98.griffith.edu.au/dspace/bitstream/handle/10072/23446/55468_1.pdf?sequence=1
- Tortosa, L.; García Molina, C.; Page, A.; Ferreras, A. (1999). Ergonomía y discapacidad. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia. ISBN 84-923974-8-9.