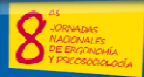


# Mejora de la carga postural en puestos de trabajo aplicando técnicas de simulación ergonómica 3D

FUNDACIÓN **PRODNTec**

FÁBRICA DE FUTURO

17/11/2012

  
Tiempo, trabajo,  
productividad y salud



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. MÉTODO DE TRABAJO
3. APLICACIONES
4. BENEFICIOS
5. CASO PRÁCTICO
6. CONCLUSIONES

FUNDACIÓN **PRODNTec**  
FÁBRICA DE FUTURO

## Información General

Entidad privada sin ánimo de lucro

Fecha de creación: Octubre 2004

Ubicación:  
Parque Científico y Tecnológico de Gijón  
(zona INTRA)



### Misión:

*"Potenciar la competitividad de las empresas industriales aplicando avances tecnológicos tanto a sus productos como a sus procesos de fabricación y gestión"*

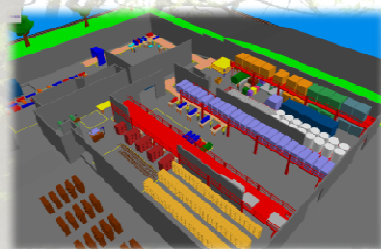


## 1. INTRODUCCIÓN

2005

2010

DISEÑO INSTALACIONES INDUSTRIALES –  
SIMULACIÓN DE FLUJOS



DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO –  
SIMULACIÓN ERGONOMÍA



PRODUCCIÓN **PRODNEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 1. INTRODUCCIÓN

• Un diseño adecuado del puesto de trabajo garantiza la seguridad y salud de los trabajadores, teniendo efectos positivos en el trabajo y el bienestar de las personas.

• Un diseño correcto supone un enfoque global en el que se han de tener en cuenta múltiples factores.

• El factor fundamental, las personas involucradas.

**SALUD  
PRODUCTIVIDAD**

**PRODNTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 1. INTRODUCCIÓN

**SALUD y PRODUCTIVIDAD**

**ERGONOMÍA**

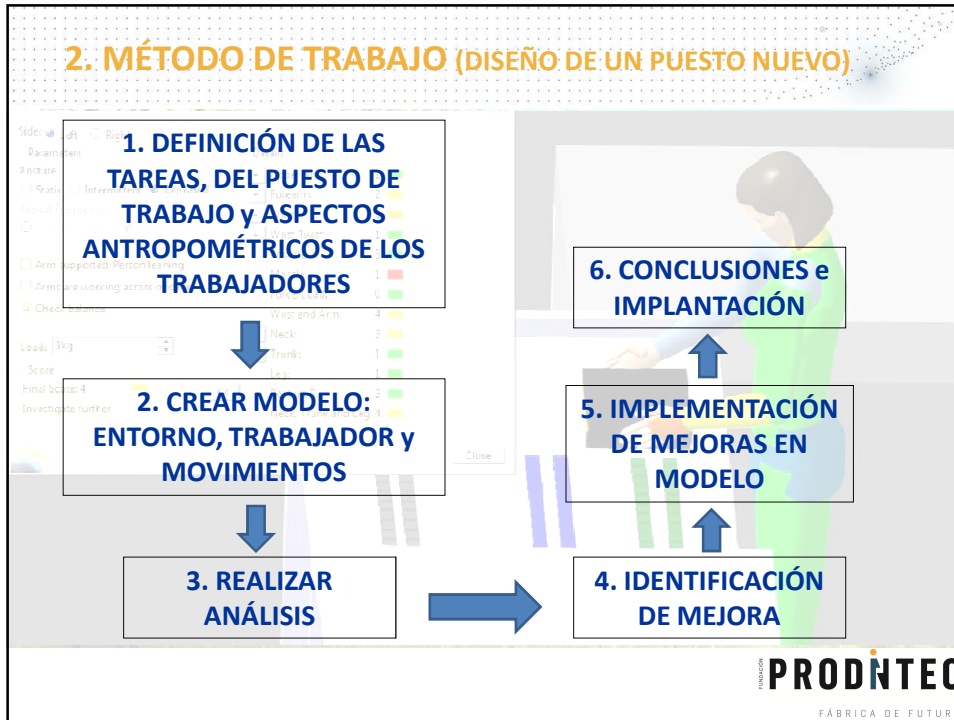
**LEAN  
MANUFACTURING**

**SIMULACIÓN**

**PERSONAS**

**PRODNTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO (DISEÑO DE UN PUESTO NUEVO)



## 2. MÉTODO DE TRABAJO (REDISEÑO DE UN PUESTO)

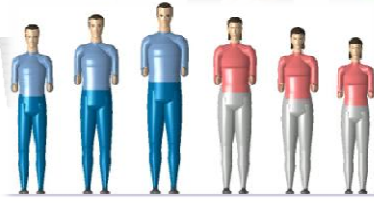
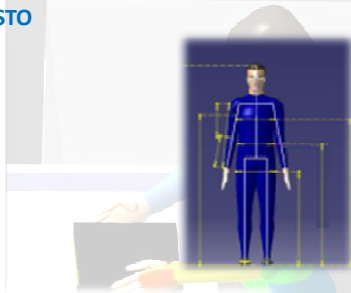


## 2. MÉTODO DE TRABAJO (DISEÑO DE UN PUESTO NUEVO)

1. DEFINICIÓN DE LAS TAREAS, EL PUESTO y LOS ASPECTOS ANTROPOMÉTRICOS DE LOS TRABAJADORES / OBSERVACIÓN DEL PUESTO

### ASPECTOS ANTROPOMÉTRICOS

- GÉNERO
- PERCENTIL (5, 50 y 95)
- POBLACIÓN
- LIMITACIONES EN EL MOVIMIENTO



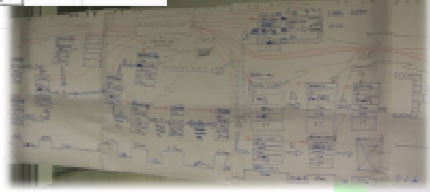
**PRODNTec**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

1. DEFINICIÓN DE LAS TAREAS, EL PUESTO y LOS ASPECTOS ANTROPOMÉTRICOS DE LOS TRABAJADORES / OBSERVACIÓN DEL PUESTO

### DEFINICIÓN DE LAS TAREAS

OP	OPERACIONES	TIEMPO (min)	REQUERIDA TÉCNICA	MOVIMIENTO	ESQUEMA DE	ESQUEMA (m)	TIEMPO MANEJO (min)
1	Colocar material	10	NO	NO	1	1.00	10.00
2	Coger material	10	NO	NO	1	1.00	10.00
3	Colocar material	10	NO	NO	1	1.00	10.00
4	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
5	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
6	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
7	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
8	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
9	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
10	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
11	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
12	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
13	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
14	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
15	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
16	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
17	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
18	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
19	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
20	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
21	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
22	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
23	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
24	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
25	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
26	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
27	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
28	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
29	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
30	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
31	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
32	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
33	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
34	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
35	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
36	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
37	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
38	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
39	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
40	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
41	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
42	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
43	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
44	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
45	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
46	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
47	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
48	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
49	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00
50	Operaciones especiales	10	NO	NO	1	1.00	10.00



**PRODNTec**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

### 1. ENTREVISTA A LOS TRABAJADORES y OBSERVACIÓN DEL PUESTO

The screenshot shows a software interface for job observation. On the left, there are two blue stick figures with question marks and a thought bubble above them. In the center, a 3D model of a worker is shown in a green vest, with red dashed lines indicating movement paths through a factory layout. On the right, there is a list of parameters and a score display.

Parameters: Upper Arm: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Score: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Final Score: 4

Investigate further

**PRODNTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

### 2. CREAR MODELO: ENTORNO, TRABAJADOR y MOVIMIENTOS

The screenshot shows a software interface for creating a 3D model of the work environment. On the left, there is a 3D model of a worker in a red shirt standing in a factory layout. On the right, there is a 3D model of a worker in a green vest working at a workstation. In the center, there is a list of parameters and a score display.

Parameters: Upper Arm: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Score: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Final Score: 4

Investigate further

**PRODNTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

Side: 2. CREAR MODELO: ENTORNO, TRABAJADOR y MOVIMIENTOS

Parameters: Details

Posture: Static Repeated

**MANIKI**

- 104 dimensiones antropométricas
- 99 links

Arm supported/Person leaning  
 Arms are working across  
 Check balance

Loads: 3kg  
 Score: Final Score: 4  
 Investigate further

Upper Arm: 1  
 Forearm: 2  
 Wrist: 3  
 Posture A: 1  
 Muscle: 1  
 Force/Load: 0  
 Wrist and Arm: 4  
 Neck: 3  
 Trunk: 1  
 Leg: 1  
 Posture B: 2  
 Neck, Trunk and Leg: 4

**PRODNTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

Side: 2. CREAR MODELO: ENTORNO, TRABAJADOR y MOVIMIENTOS

Parameters: Details

Posture: Static Intermittent

Arm supported/Person leaning  
 Arms are working across  
 Check balance

Loads: 3kg  
 Score: Final Score: 4  
 Investigate further

Upper Arm: 1

Activity/Resource	SCT (hr)	Begin (h)	End (h)	Resource	Description
Process	45,000	0,000	45,000	No Desc	
Clave	15,000	0,000	15,000	Musculos	No Desc
Arms	15,000	30,000	45,000	Musculos	No Desc

**PRODNTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

Side: **2. CREAR MODELO: ENTORNO, TRABAJADOR y MOVIMIENTOS**

Parameters: Posture: Static Intermittent Repeated

Load: 3kg

Score: Final Score: 4 Investigate further

Details: Upper Arm: 1 Forearm: 2 Wrist: 3 Wrist/Twist: 1 Posture A: 3 Muscle: Force/Load: Wrist and Arm: Neck: Trunk: Leg: Posture B: Neck, Trunk and



**PRODNTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

Side: **3. REALIZAR ANÁLISIS**

Parameters: Posture: Static Intermittent Repeated

Load: 3kg

Score: Final Score: 4 Investigate further

**ANÁLISIS ERGONÓMICOS.**

- POSTURAL - RULA
- CARGAR/DESCARGAR – NIOSH o SNOOK y CIRIELLO
- EMPUJAR/TIRAR – SNOOK y CIRIELLO
- TRANSPORTAR CARGAS – SNOOK y CIRIELLO

**DATOS BIOMECÁNICOS.**

- ZONA DE VISIÓN
- ZONA DE ALCANCE
- CONTACTO

Details: Upper Arm: 1 Forearm: 2 Wrist: 3 Wrist/Twist: 1 Posture A: 3 Muscle: Force/Load: Wrist and Arm: Neck: Trunk: Leg: Posture B: Neck, Trunk and Leg: 1



**PRODNTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

### 3. REALIZAR ANÁLISIS

#### ANÁLISIS ERGONÓMICOS – RULA – EJEMPLO BRAZO



RULA Analysis (Rupa\_Estremo1)

Side:  Left  Right

Parameters

Posture:  Static  Intermittent  Repeated

Repeat frequency:  < 4 Times/min  4-8 Times/min

Arm supported/Person leaning

Arms are working across midline

Check balance

Load: [kg]

Score:

Final Score 2:

Close

Details

Upper Arm:	2
Forearm:	1
Wrist:	1
Wrist Twist:	1
Posture A:	2
Muscle:	0
Force/Load:	0
Wrist and Arm:	2
Neck:	1
Trunk:	1
Leg:	1
Posture B:	1
Neck, Trunk and Leg 1:	1

RULA Analysis (Rupa\_Estremo2)

Side:  Left  Right

Parameters

Posture:  Static  Intermittent  Repeated

Repeat frequency:  < 4 Times/min  4-8 Times/min

Arm supported/Person leaning

Arms are working across midline

Check balance

Load: [kg]

Score:

Final Score 3:

Close

Details

Upper Arm:	3
Forearm:	1
Wrist:	1
Wrist Twist:	1
Posture A:	3
Muscle:	0
Force/Load:	0
Wrist and Arm:	3
Neck:	1
Trunk:	1
Leg:	1
Posture B:	1
Neck, Trunk and Leg 1:	1

Segment	Score Range	Color associated to the score
Upper arm	1 to 6	Green
Forearm	1 to 3	Green
Wrist	1 to 4	Green
Wrist twist	1 to 2	Green
Neck	1 to 6	Green
Trunk	1 to 6	Green

PRODNTec  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

### 3. REALIZAR ANÁLISIS

#### ANÁLISIS ERGONÓMICOS – RULA – EJEMPLO ANTEBRAZO



RULA Analysis (Rupa\_Estremo1)

Side:  Left  Right

Parameters

Posture:  Static  Intermittent  Repeated

Repeat frequency:  < 4 Times/min  4-8 Times/min

Arm supported/Person leaning

Arms are working across midline

Check balance

Load: [kg]

Score:

Final Score 2:

Close

Details

Upper Arm:	1
Forearm:	2
Wrist:	1
Wrist Twist:	1
Posture A:	2
Muscle:	0
Force/Load:	0
Wrist and Arm:	2
Neck:	1
Trunk:	1
Leg:	1
Posture B:	1
Neck, Trunk and Leg 1:	1

RULA Analysis (Rupa\_Estremo2)

Side:  Left  Right

Parameters

Posture:  Static  Intermittent  Repeated

Repeat frequency:  < 4 Times/min  4-8 Times/min

Arm supported/Person leaning

Arms are working across midline

Check balance

Load: [kg]

Score:

Final Score 2:

Close

Details

Upper Arm:	1
Forearm:	2
Wrist:	1
Wrist Twist:	1
Posture A:	2
Muscle:	0
Force/Load:	0
Wrist and Arm:	2
Neck:	1
Trunk:	1
Leg:	1
Posture B:	1
Neck, Trunk and Leg 1:	1

Segment	Score Range	Color associated to the score
Upper arm	1 to 6	Green
Forearm	1 to 3	Green
Wrist	1 to 4	Green
Wrist twist	1 to 2	Green
Neck	1 to 6	Green
Trunk	1 to 6	Green

PRODNTec  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

### 3. REALIZAR ANÁLISIS

#### ANÁLISIS ERGONÓMICOS – RULA - CUELLO



RULA Analysis (Prog\_Estremo2)

Side:  Left  Right

Parameters:

Posture:  Static  Intermittent  Repeated

Repeat Frequency:  4 Times/Min

Arms supported/Person leaning

Arms are working across midline

Check balance

Load: [kg]  0

Score:  4

Final Score: 4

Investigate further

Details:

- Upper Arm: 1
- Forearm: 1
- Wrist: 1
- Wrist Twist: 1
- Posture A: 1
- Posture B: 1
- Muscle: 0
- Force/Load: 0
- Wrist and Arm: 1
- Neck: 4
- Trunk: 1
- Leg: 1
- Posture B: 5
- Neck, Trunk and Leg: 5

RULA Analysis (Prog\_Estremo2)

Side:  Left  Right

Parameters:

Posture:  Static  Intermittent  Repeated

Repeat Frequency:  4 Times/Min

Arms supported/Person leaning

Arms are working across midline

Check balance

Load: [kg]  0

Score:  3

Final Score: 3

Investigate further

Details:

- Upper Arm: 1
- Forearm: 1
- Wrist: 1
- Wrist Twist: 1
- Posture A: 1
- Posture B: 1
- Muscle: 0
- Force/Load: 0
- Wrist and Arm: 1
- Neck: 3
- Trunk: 1
- Leg: 1
- Posture B: 3
- Neck, Trunk and Leg: 3

Segment	Score	Color associated to the score
Upper arm	1 to 4	Green
Forearm	1 to 4	Green
Wrist	1 to 4	Green
Wrist twist	1 to 2	Green
Neck	1 to 6	Green
Trunk	1 to 6	Green

PRODNTec  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

### 3. REALIZAR ANÁLISIS

#### ANÁLISIS ERGONÓMICOS – RULA - TRONCO



RULA Analysis (Prog\_Estremo2)

Side:  Left  Right

Parameters:

Posture:  Static  Intermittent  Repeated

Repeat Frequency:  4 Times/Min

Arms supported/Person leaning

Arms are working across midline

Check balance

Load: [kg]  0

Score:  5

Final Score: 5

Investigate further

Details:

- Upper Arm: 1
- Forearm: 1
- Wrist: 1
- Wrist Twist: 1
- Posture A: 1
- Posture B: 1
- Muscle: 0
- Force/Load: 0
- Wrist and Arm: 1
- Neck: 1
- Trunk: 5
- Leg: 1
- Posture B: 5
- Neck, Trunk and Leg: 5

RULA Analysis (Prog\_Estremo2)

Side:  Left  Right

Parameters:

Posture:  Static  Intermittent  Repeated

Repeat Frequency:  4 Times/Min

Arms supported/Person leaning

Arms are working across midline

Check balance

Load: [kg]  0

Score:  4

Final Score: 4

Investigate further

Details:

- Upper Arm: 1
- Forearm: 1
- Wrist: 1
- Wrist Twist: 1
- Posture A: 1
- Posture B: 1
- Muscle: 0
- Force/Load: 0
- Wrist and Arm: 1
- Neck: 1
- Trunk: 4
- Leg: 1
- Posture B: 4
- Neck, Trunk and Leg: 4

RULA Analysis (Prog\_Estremo2)

Side:  Left  Right

Parameters:

Posture:  Static  Intermittent  Repeated

Repeat Frequency:  4 Times/Min

Arms supported/Person leaning

Arms are working across midline

Check balance

Load: [kg]  0

Score:  3

Final Score: 3

Investigate further

Details:

- Upper Arm: 1
- Forearm: 1
- Wrist: 1
- Wrist Twist: 1
- Posture A: 1
- Posture B: 1
- Muscle: 0
- Force/Load: 0
- Wrist and Arm: 1
- Neck: 1
- Trunk: 3
- Leg: 1
- Posture B: 3
- Neck, Trunk and Leg: 3

Segment	Score	Color associated to the score
Upper arm	1 to 4	Green
Forearm	1 to 4	Green
Wrist	1 to 4	Green
Wrist twist	1 to 2	Green
Neck	1 to 6	Green
Trunk	1 to 6	Green

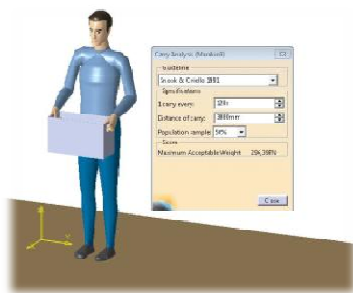
PRODNTec  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

### 3. REALIZAR ANÁLISIS

#### ANÁLISIS ERGONÓMICOS.

- CARGAR/DESCARGAR – NIOSH o SNOOK y CIRIELLO
- EMPUJAR/TIRAR – SNOOK y CIRIELLO
- TRANSPORTAR CARGAS – SNOOK y CIRIELLO



PRODNTEC  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

### 4. REALIZAR ANÁLISIS

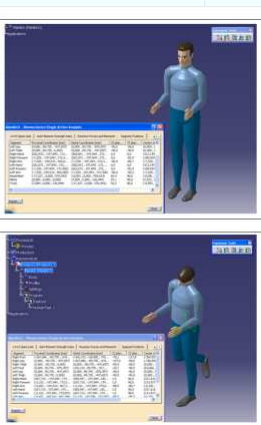
#### ANÁLISIS ERGONÓMICOS.

- DATOS BIOMECÁNICOS

Segment	Proximal Coordinates [mm]	Distal Coordinates [mm]	XZ plane angle [deg]	VZ plane angle [deg]	Center of gravity coordinates [mm]	Length [mm]
Right Foot	(0,000, 89,735, -875,327)	(126,113, -89,735, 917,987)	-18,7	-90	(63,066, 89,735, 896,677)	133,145
Right Leg	(0,000, 89,735, -875,327)	(0,000, -89,735, -437,657)	-90	-90	(0,000, -89,735, -627,181)	437,7
Right Thigh	(0,000, -89,735, 875,327)	(0,000, -89,735, -437,657)	-90	-90	(0,000, -89,735, -189,505)	437,657
Left Foot	(0,000, 89,735, -875,327)	(126,113, 89,735, -917,987)	18,7	-90	(63,066, 89,735, -896,677)	133,145
Left Leg	(0,000, 89,735, -875,327)	(0,000, 89,735, -437,657)	-90	-90	(0,000, 89,735, -627,181)	437,7
Left Thigh	(0,000, 89,735, 875,327)	(0,000, 89,735, -437,657)	-90	-90	(0,000, 89,735, -189,505)	437,657
Right Hand	(262,672, -197,849, 172,400)	(863,342, -197,849, 172,400)	0	0	(312,334, -197,849, 172,400)	97,889
Right Forearm	(7,228, -149,41, 466,883)	(262,672, -197,849, 172,400)	0	-82,9	(108,829, -197,849, 172,400)	269,5
Right Arm	(7,228, -149,41, 466,883)	(7,228, -197,849, 172,400)	-90	-80,7	(7,228, -170,529, 318,489)	296,44
Left Hand	(262,672, 197,849, 172,400)	(863,342, 197,849, 172,400)	0	0	(312,334, 197,849, 172,400)	97,889
Left Forearm	(7,228, 149,41, 466,883)	(262,672, 197,849, 172,400)	0	-82,9	(108,829, 197,849, 172,400)	269,5
Left Arm	(7,228, 149,41, 466,883)	(7,228, 197,849, 172,400)	-90	-80,3	(7,228, 170,529, 318,489)	296,44
Head-Neck	(-17,222, 0,576, 943)	(-0,091, 0,704, 813)	90	90	(-0,091, 0,704, 813)	128,815
Pelvis	(0,000, 0,0, 0,000)	(7,009, 0,136, 994)	90	90	(2,523, 0,49, 338)	137,174
Trunk	(7,009, 0,136, 994)	(-17,222, 0,576, 943)	90	90	(-4,555, 0,294, 338)	440,658

Segment	Proximal Coordinates [mm]	Distal Coordinates [mm]	XZ plane angle [deg]	VZ plane angle [deg]	Center of gravity coordinates [mm]	Length [mm]
Right Foot	(-387,086, -89,735, -876,046)	(-342,763, -26,385, -791,789)	-76,1	-137,8	(-154,925, -55,16, -733,917)	133,145
Right Leg	(0,000, 89,735, -437,657)	(-387,086, -89,735, -436,046)	-147	-90	(-154,948, -89,735, -548,879)	437,7
Right Thigh	(0,000, -89,735, 875,327)	(0,000, -89,735, -437,657)	-90	-90	(0,000, -89,735, -189,505)	437,657
Left Foot	(0,000, 89,735, 875,327)	(126,113, 89,735, -917,987)	18,7	-90	(63,066, 89,735, -896,677)	133,145
Left Leg	(0,000, 89,735, -875,327)	(0,000, 89,735, -437,657)	-90	-90	(0,000, 89,735, -627,181)	437,7
Left Thigh	(0,000, 89,735, 875,327)	(0,000, 89,735, -437,657)	-90	-90	(0,000, 89,735, -189,505)	437,657
Right Hand	(287,710, -197,849, 179,881)	(863,342, -197,849, 182,373)	1,5	90	(317,236, -197,849, 181,342)	97,889
Right Forearm	(-2,102, -197,849, 179,881)	(287,710, -197,849, 179,881)	1,5	90	(113,917, -197,849, 179,881)	269,5
Right Arm	(-6,602, -149,41, 467,394)	(-2,102, -197,849, 179,881)	-85,5	-80,7	(-6,182, -170,529, 319,042)	296,44
Left Hand	(287,710, 197,849, 179,881)	(863,342, 197,849, 182,373)	1,5	90	(317,236, 197,849, 181,342)	97,889
Left Forearm	(-2,102, 197,849, 179,881)	(287,710, 197,849, 179,881)	1,5	90	(113,917, 197,849, 179,881)	269,5
Left Arm	(-6,602, 149,41, 467,394)	(-2,102, 197,849, 179,881)	-85,5	-80,3	(-6,182, 170,529, 319,042)	296,44
Head-Neck	(-22,812, 0,577, 236)	(26,539, 0,134, 688, 966)	106,5	106,5	(26,539, 0,134, 688, 966)	137,098
Pelvis	(0,000, 0,0, 0,000)	(7,009, 0,136, 994)	90	90	(2,523, 0,49, 338)	137,174
Trunk	(7,009, 0,136, 994)	(-22,812, 0,577, 236)	90	90	(-6,648, 0,294, 458)	441,237



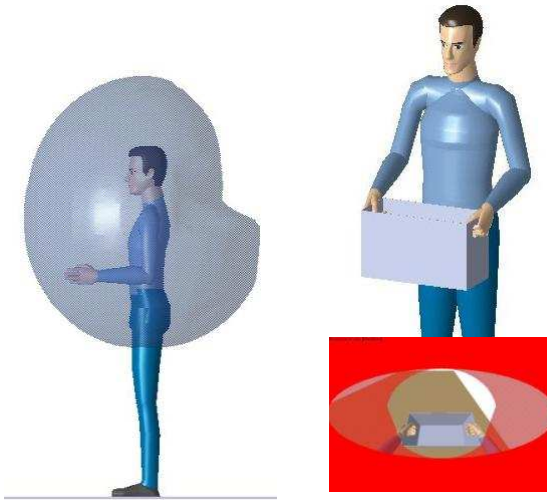
PRODNTEC  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

### 4. REALIZAR ANÁLISIS

#### ANÁLISIS ERGONÓMICOS

- ZONA DE VISIÓN
- ZONA DE ALCANCE
- CONTACTO

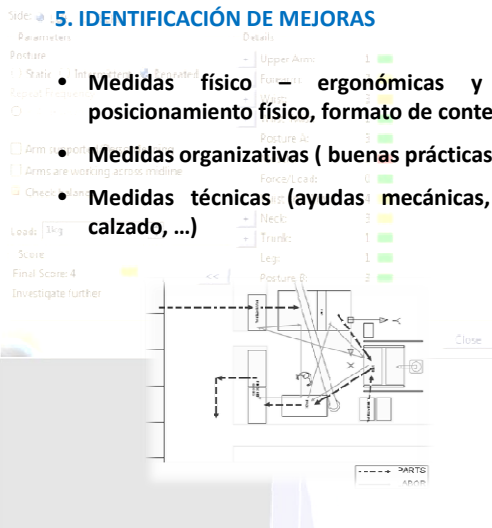


PRODNTEC  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

### 5. IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS

- **Medidas físico-ergonómicas y modificación del proceso (lay-out, posicionamiento físico, formato de contenedores, ...)**
- **Medidas organizativas ( buenas prácticas posturales, formación, 5S, ...)**
- **Medidas técnicas (ayudas mecánicas, reposabrazos, alfombras ergonómicas, calzado, ...)**



PRODNTEC  
FÁBRICA DE FUTURO

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

6. IMPLANTACIÓN DE MEJORAS EN EL MODELO  
7. CONCLUSIONES E IMPLANTACIÓN

**ANTES** → **DESPUÉS**

Parameter	Value
Forearms	2
Wrist	3
Wrist/Twist	1
Posture A:	3
Muscle	1
Force/Load	0
Wrist and Arm	4
Neck	3
Leg	3
Posture B:	3
Neck, Trunk and Leg	4

Score: 4  
Final Score: 4  
Investigate further

**PRODNTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 3. APLICACIONES

• **Diseño, validación espacial y ergonómico de puestos de trabajo:**

- Puestos de montaje
- Células de trabajo
- Operaciones de mantenimiento
- Operaciones de soldadura
- Operaciones en lugares confinados
- Etc.

• **Diseño de máquinas (normas técnicas sobre seguridad de máquinas, centros de control)**

• **Diseño de mobiliario**

Parameter	Value
Upper Arm	1
Elbow	1
Wrist/Twist	1
Muscle	1
Force/Load	0
Neck	3
Leg	3
Posture B:	3

Score: 4  
Final Score: 4  
Investigate further

**PRODNTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 4. BENEFICIOS

### • OPTIMIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

### • AUMENTO DE LA SEGURIDAD y DE LA PRODUCTIVIDAD

### • REDUCE EL COSTE Y TIEMPO DE DISEÑO o MODIFICACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO

### • SE PUEDE EVALUAR RÁPIDAMENTE VARIOS PERCENTILES DE POBLACIÓN

### • ES MUY VISUAL E INTUITIVO, PERMITE FORMAR A LOS TRABAJADORES

**PRODNTec**  
FÁBRICA DE FUTURO

## 6. CONCLUSIONES

- SEGURIDAD EN LA TOMA DE DECISIONES
- Es un medio rentable para explorar nuevos procesos
- Muestra cómo funciona un sistema a la vez que estimula el pensamiento creativo, es una simulación DINÁMICA en la que también se puede representar el movimiento de las máquinas.
- Permite formar a los trabajadores
- REDUCCIÓN DE COSTES
- La aplicación de herramientas de simulación facilita la tareas de los responsables de mejora de puestos de trabajo

**PRODNTec**  
FÁBRICA DE FUTURO



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Fundación PROINTEC

José Villanueva Castrillón  
jvc@prodintec.com

FUNDACIÓN **PROINTEC**  
FÁBRICA DE FUTURO