

# Trabajo Fin de Grado

## **II. ANEXOS**

Metodología para el diseño de uniones  
estancas (difusor-junta-carcasa) en  
luminarias

Methodology for the design of watertight  
joints (diffuser-seal-housing) in luminaires

Autor

Pablo Ruiz Trasobares

Director/es

Daniel Elduque Viñuales  
Javier Óscar Abad Blasco

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad de Zaragoza

## Contenido

1.	Benchmarkings .....	3
1.1	Benchmarking competencia.....	4
1.2	Benchmarking Zalux.....	13
1.3	Secciones acotadas de luminarias de Zalux .....	16
2.	Casos analizados en SolidWorks.....	19
2.1	Casos Modelo de Partida y cambios en apoyo del clip y mallado.....	20
2.1.1	Modelo de Partida Similar a Oleveon 2x18 .....	20
2.1.2	Con pisado continuo del clip .....	21
2.1.3	Con pisado continuo del clip y malla más gruesa .....	22
2.2	Casos variando fuerza del clip a 40 N .....	23
2.2.1	Modelo de Partida con fuerza de 40N en el clip y pisado continuo del clip 23	
2.2.2	Modelo de Partida con fuerza de 40N en el clip y pisado continuo del clip y malla más gruesa .....	24
2.3	Casos Variando Altura del Difusor.....	25
2.3.1	25% menos de altura del difusor variando zona vertical.....	25
2.3.2	50% menos de altura del difusor variando zona vertical.....	26
2.3.3	25% más de altura del difusor variando zona vertical.....	27
2.3.4	50% más de altura del difusor variando zona vertical.....	28
2.4	Casos Variando Radio del Difusor .....	29
2.4.1	25% más de altura del difusor variando el radio .....	29
2.4.2	50% más de altura del difusor variando el radio .....	30
2.5	Casos variando la Anchura de la luminaria .....	31
2.5.1	25% menos de anchura de la luminaria .....	31
2.5.2	25% más de anchura de la luminaria .....	32
2.5.3	50% más de anchura de la luminaria .....	33
2.6	Casos variando el Espesor del Difusor .....	34
2.6.1	25% menos de espesor de la zona refractaria del difusor.....	34
2.6.2	25% menos de espesor del difusor completo .....	35
2.6.3	50% menos de espesor del difusor completo .....	36
2.6.4	25% más de espesor del difusor completo.....	37
2.6.5	50% más de espesor del difusor completo.....	38
2.7	Casos variando la Distancia entre Clips .....	39
2.7.1	25% menos de distancia entre clips.....	39
2.7.2	50% menos de distancia entre clips.....	40
2.7.3	25% más de distancia entre clips.....	41

2.7.4	50% más de distancia entre clips .....	42
2.8	Casos variando el Módulo Elástico de la Carcasa .....	43
2.8.1	Módulo elástico de la carcasa 10 veces superior .....	43
2.9	Casos variando el Módulo Elástico de la Junta .....	44
2.9.1	Módulo elástico de la junta 10 veces superior.....	44
2.10	Casos variando el Módulo Elástico del Difusor.....	45
2.10.1	Módulo elástico del difusor 25% menos .....	45
2.10.2	Módulo elástico del difusor 50% menos .....	46
2.10.3	Módulo elástico del difusor 75% menos .....	47
2.10.4	Módulo elástico del difusor 50% más .....	48
2.10.5	Módulo elástico del difusor 100% más .....	49
2.10.6	Módulo elástico del difusor 3 veces mayor .....	50
2.10.7	Módulo elástico del difusor 5 veces mayor .....	51
3.	Modelo de cálculo simplificado en Excel.....	52
3.1	Caso 1.3 simplificado .....	53
3.2	Caso 2.1 simplificado .....	54
3.3	Caso 3.4 simplificado .....	55
3.4	Caso 5.3 simplificado .....	56
3.5	Caso 7.2 simplificado .....	57
3.6	Caso 10.6 simplificado .....	58
4.	Grados de protección IP .....	59
4.1	Definiciones .....	59
4.2	Código IP .....	59

## 1. Benchmarkings

A continuación, se encuentran los benchmarking realizados en Excel, en los que se muestran diferentes modelos de luminarias con sus parámetros clasificados según el elemento que definen

## 1.1 Benchmarking competencia










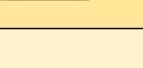

Debido a que en este benchmarking se clasifican luminarias de diferentes marcas, se adjuntan las imágenes disponibles de algunos elementos para ayudar a su identificación.

Las tablas clasifican dos tipos de luminarias:









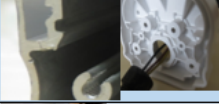


- A) Luminarias formadas por carcasa-junta-difusor (similares a las vistas posteriormente de la marca Zalux)
- B) Luminarias formadas por un difusor que hace las veces de carcasa y tiene los cierres en los extremos.

## • LUMINARIAS FORMADAS POR CARCASA-JUNTA-DIFUSOR




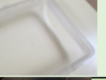
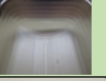

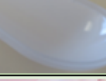


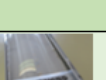

### JUNTA

n°	Nombre	Imagen Junta	Material Junta	Anchura junta (cm)	Altura junta (cm)	Distancia al borde Interior (mm)	Distancia al borde Exterior (mm)	Peso(g)
1	LUMINARIA T5 (PAC-MINI/PC T5 135)							40
2	Coreline Waterproof WT120C (Philips)		PU expandido					28
4	Luminaria T5 (VIKING-LED Waterproof Luminaire) (NORDEON)		PU expandido					40 aprox
5	DisanoV3		PU expandido	6	5			40
6	Waterproof Luminaire 3F LINDA (Filippi)		PU expandido					40
7	AQUAF2 LED 6400 HF QF CONNECT L840 (THORN)		PU expandido			3,5	9	40
8	VE130C (VIOLET)		Goma, Principal extruida y pegada	Entre tapas y perfil 1, y principal 5	Principal 6			Entre tapas y perfil 0,5 y principal 45
9	2LS51271TAV (SITECO)			3	8			
10	AreSIB (SIGNCOMPLEX)		Extrusión	Junta de los extremos (71 ancho ) Junta carcasa-difusor (3)	Junta de los extremos (60 alto) Junta carcasa-difusor (2)			Junta de los extremos (8,9x2) Junta carcasa-difusor (7)
11	SMART (3) GW/S3 258T L1600 (GEWISS)							
12	VE-FG (VIOLET LIGHTING)		Silicona	2,3 1,5				

## CARCASA

nº	Nombre	Imagen Carcasa	Anchura hueco junta(mm)	Profundidad hueco junta(mm)	Espesor Nervio Interior (mm)	Espesor Labio Exterior (mm)	Anchura Sección Carcasa(mm)	Profundidad Sección Carcasa (mm)	Espesor Carcasa (mm)
1	LUMINARIA T5 (PAC-MINI/PC T5 135)		4,6	6,5	1,2	1,8	63	45	1,2
2	Coreline Waterproof WT120C (Philips)		5	8	1	1,6	86	58	1,5
4	Luminaria T5 (VIKING-LED Waterproof Luminare) (NORDEON)		8,5	7	1,2	1,8	75	60	1,4
5	DisanoV3		6	6	1,2	2	160	58	1,6
6	Waterproof Luminare 3F LINDA (Filippi)		4	11	1	1,2	160	52	1,7
7	AQUAF2 LED 6400 HF QF CONNECT L840 (THORN)		6	8	1,4	1,5 (aumentado a 1,9 en zonas de clipado)	147	64	1,5
8	VE130C (VIOLET)								Perfil de aluminio (1,5 general, otras de 1,25 hasta 2,5) Tapas metálicas(2mm)
9	2LSS1271TAW (SITECO)		3	8	1	1,8	102	65 (20mm en los extremos)	
10	ArcSIIB (SIGNCOMPLEX)						68	40	1,3
11	SMART (3) GWS3 258T L1600 (GEWISS)						110	70	2
12	VE-FG (VIOLET LIGHTING)								1,65

## DIFUSOR

n°	Nombre	Imagen Difusor	Altura Labio de Cierre (mm)	Espesor mín del labio (mm)	Espesor max del labio (mm)	Anchura Sección Difusor(mm)	Altura Sección Difusor (mm) (INCLUYENDO EL LABIO DE CIERRE)	Espesor mín Difusor (mm)	Espesor max Difusor (mm)	Espesor medio Difusor (mm)
1	LUMINARIA T5 (PAC-MINI/PC T5 135)		10	1,1	1,3	63	49	1,2	1,3	
2	Coreline Waterproof WT120C (Philips)		10	1,5	1,9	86	36			1,5
4	Luminaria T5 (Viking-LED Waterproof Luminaire) (NORDEON)		-	-	-	71	46			1
5	DisanoV3		6	1	1,55	160	60			1,5
6	Waterproof Luminaire 3F LINDA (Filippi)		10	1	1,7	153	61			1,5
7	AQUAF2 LED 6400 HF QF CONNECT L840 (THORN)		10	1	1	142	59			1,5
8	VE130C (VIOLET)		3	2,5		86	30			1,5
9	2LS51271TAW (SITECO)		9	2	3	92	27	2,2 (En los laterales)	2,8 (En zona prismática)	Depende dela zona
10	ArcSIB (SIGNCOMPLEX)					69	38			1,8
11	SMART (3) GW/S3 258T L1600 (GEWISS)					110	25			2,3
12	VE-FG (VIOLET LIGHTING)					120	35	1		2

## CLIPS DE CIERRE





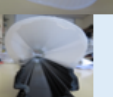


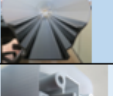
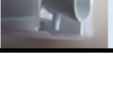

nº	Nombre	Imagen Cierre	nº clips para cierre	Distancia entre clips de cierre (mm)	Pisado(mm)	Material	Comentarios
1	LUMINARIA T5 (PAC-MINI/PC T5 135)		10			Chapa de acero	Alojamiento para la junta uniforme a lo largo de todo el contorno
2	Coreline Waterproof WT120C (Philips)		8			Chapa de acero inoxidable	Junta de espesor uniforme semejante a la de modelos Oleveon o Alhama, el aspecto es y está a 7 mm del borde
4	Luminaria T5 (VIKING-LED Waterproof Luminaire) (NORDEON)		8			Chapa de acero inoxidable	Tubular, el cuerpo es todo en sí difusor, con parte opaca, y dos tapas de cierra en los extremos que es donde se situa la junta.
5	DisanoV3		8	386	28	PA	
6	Waterproof Luminaire 3F LINDA (Filippi)		10	340	8mmx2	Acero Inoxidable	Alojamiento para la junta uniforme a lo largo de todo el contorno. La junta, de color blanco, es semejante a la de los modelos Oleveon o Alhama pero de espesor uniforme, sin aumentar su anchura en los fondos
7	AQUAF2 LED 6400 HF QF CONNECT L840 (THORN)		10	345	23,9	Chapa Inoxidable	
8	VE130C (VIOLET)		10		26	Chapa Acero Inoxidable	
9	2LS51271TAW (SITECO)		7 clips interiores				Junta con un espesor no uniforme, aumenta su anchura 3mm en los fondos.
10	ArcSIIB (SIGNCOMPLEX)						
11	SMART (3) GWS3 258T L1600 (GEWISS)						
12	VE-FG (VIOLET LIGHTING)						

## • LUMINARIAS FORMADAS DIFUSOR-JUNTAS-TAPAS











### JUNTAS

nº	Nombre	Imagen Junta	Material Junta	Anchura junta (cm)	Altura junta (cm)	Distancia del borde Interior (mm)	Distancia del borde Exterior (mm)	Peso(g)
13	PANTALLA TUBULAR STILO T5 (DIETAL)		Goma	Diámetro exterior (95mm)	Altura (19mm)	Espesor (4.8mm)		36x2
14	PANTALLA TUBULAR LEDIZ (DIETAL)		Goma	4,8	19			36x2
15	PANTALLA TUBULAR PEQUEÑA (Shanghai Yaming Lighting Co. Ltd)		Goma					Tórica 1,3 x2 Grande 9 x2
16	Philips LED Plástico Extruido W/T 160C		Tapas de cierre unidas por presión o pegadas					
17	Planox Eco,R2B		Junta 2 (Silicona blanca)	Junta 1 (diámetro 2mm) Junta 2 (Sección)	Junta 1 (diámetro 2mm) Junta 2 (Sección semejante al perfil de la luminaria)			Junta 1 (1gx2) Junta 2 (7gx2) Junta 3 (5gx2)
18	Ledblock (Celer)							
19	LEDINAIRE W/T060C LED55S/840 PSU L1500							
20	LA STAGNA 2.0 (NOVALUX)			Junta de los extremos (75 ancho )	Junta de los extremos (60 alto) (10mm grueso) (1,4mm espesor)			17,3
21	UNKNOWN MODEL		Silicona					1,3x2
22	KATLA, PPCOI 2013/H-44 440 LED LOPRA (PRACT)		Silicona					2,1x2





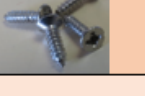
## DIFUSOR-CARCASA

nº	Nombre	Imagen Carcasa -Difusor (Pieza Extruida)	Anchura hueco junta(mm)	Profundidad hueco junta(mm)	Espesor Nervio Interior (mm)	Espesor Labio Exterior (mm)	Anchura Sección Carcasa(mm)	Profundidad Sección Carcasa (mm)	Espesor Carcasa (mm)
13	PANTALLA TUBULAR STILO T5 (DIETAL)								
14	PANTALLA TUBULAR LEDIZ (DIETAL)								
15	PANTALLA TUBULAR PEQUEÑA (Shanghai Yaming Lighting Co. Ltd)								
16	Philips LED Plástico Extruido WT 160C						54	70	1,5
17	Planox Eco,R2B						55	46	1,8
18	Ledblock (Celer)						64	69	1
19	LEDINAIRE WT060C LED55S/840 PSU L1500						60	72	1,5
20	LA STAGNA 2.0 (NOVALUX)						75	69	1,5
21	UNKNOWN MODEL						78	68	1,6
22	KATLA PPCOI 2013/1-44 440 LED LOPRA (PRACHT)		1,5				62	59	1,5

## TAPAS DE CIERRE

nº	Nombre	Imagen Tapas (Extremos)	Altura Labio de Cierre (mm)	Espesor mín del labio (mm)	Espesor max del labio (mm)	Anchura Sección Difusor(mm)	Altura Sección Difusor (mm) (INCLUYENDO EL LABIO DE CIERRE)	Espesor mín Difusor (mm)	Espesor max Difusor (mm)	Espesor medio Difusor (mm)
13	PANTALLA TUBULAR STILO T5 (DIETAL)									
14	PANTALLA TUBULAR LEDIZ (DIETAL)									
15	PANTALLA TUBULAR PEQUEÑA (Shanghai Yaming Lighting Co. Ltd)					50mm diametro	555mm long			1,25
16	Philips LED Plástico Extruido WT 160C					54	70			1,5
17	Planox Eco, R2B									
18	Ledblock (Celer)									
19	LEDINAIRE WT060C LED55S/840 PSU L1500					75	63			1,5
20	LA STAGNA 2.0 (NOVALUX)					80	75			2
21	UNKNOWN MODEL					30	30			3
22	KATLA PPCO1201311-44 440 LED LOPRA (PRACT)					58	52			1,5

## ELEMENTOS DE CIERRE

nº	Nombre	Imagen Cierre	nº clips para cierre	Distancia entre clips de cierre (mm)	Pisado(mm)	Material	Comentarios
13	PANTALLA TUBULAR STILO T5 (DIETAL)						Tubular, el cuerpo es todo en sí difusor, con parte opaca, y dos tapas de cierre en los extremos que es donde se situa la junta.
14	PANTALLA TUBULAR LEDIZ (DIETAL)						
15	PANTALLA TUBULAR PEQUEÑA (Shanghai Yaming Lighting Co. Ltd)						
16	Philips LED Plástico Extruido WT 160C						Carcasa y difusor son un mismo cuerpo fabricado por extrusión bicomponente, de manera que no precisa de junta entre ellas
17	Planox Eco, R2B		4(2 interiores en cada extremo)				
18	Ledblock (Celer)						Carcasa y difusor son un mismo cuerpo fabricado por extrusión bicomponente, de manera que no precisa de junta entre ellas
19	LEDINAIRE WT060C LED55S/840 PSU L1500						
20	LA STAGNA 2.0 (NOVALUX)						
21	UNKNOWN MODEL						
22	KATLA, PCO i 2013/1-44 440 LED LOPRA (PRACHT)						

## 1.2 Benchmarking Zalux

Para la realización de este benchmarking los parámetros se han obtenido:

- En parte de planos de las luminarias facilitados en el laboratorio
- Otros realizando cortes en diferentes secciones a través del programa NX.10 de Unigraphics en unos archivos facilitados también en el laboratorio. (Algunos de dichos cortes se adjuntan posteriormente después del benchmarking).

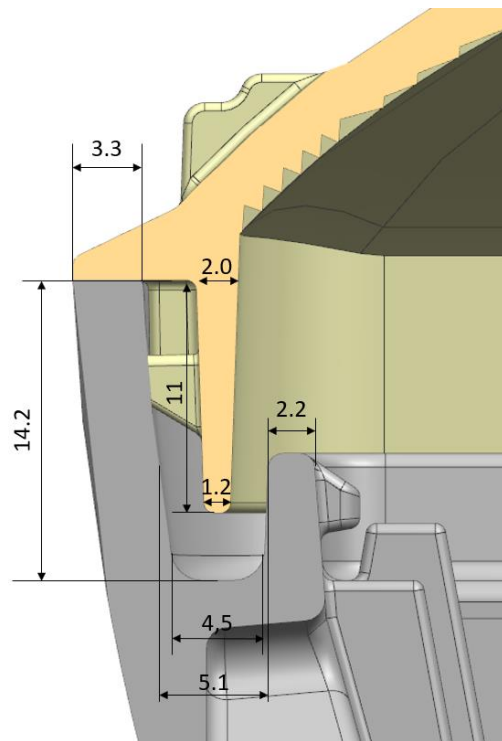
		JUNTA			CARCASA								
n°	NOMBRE	Anchura junta longitudinal (cm)	Altura junta longitudinal (cm)	Comentario sobre forma sección	Anchura hueco junta longitudinal (mm)	Anchura hueco junta extremo (mm)	Profundidad hueco junta (Labio exterior)(mm)	Profundidad hueco junta (Nervio interior)(mm)	Espesor Labio Exterior (mm)	Espesor Nervio Interior (mm)	Anchura Sección Carcasa(mm)	Profundidad Sección Carcasa (mm)	Espesor Carcasa (mm)
1	ARAGON 1x36	4,5	4	Redondeada y estrechada en el fondo	4,7	4,7	17,7	13,2	1,5	0,8	103	53	1,5
2	ARAGON 2x36										160		
3	ALHAMA 1x18	6	6	Fondo del mismo ancho pero con esquinas redondeadas	6	7,5	10	10	1,5	1,2	96,4	48,5	1,5
4	ALHAMA 1x36					8,5							
5	ALHAMA 1x58												
6	ALHAMA 2x18					7,5					140,2		
7	ALHAMA 2x36												
8	ALHAMA 2x58												
9	OLEVEON 1x18	6	5,2	Algo más estrecha en el fondo y con esquinas redondeadas	6,4	8	10,3	8,3	1,5	1,2	96,7	48,5	1,5
10	OLEVEON 1x36				6,4	8							
11	OLEVEON 1x58				6,6	9,2			1,5 (1,3 en el extremo)				
12	OLEVEON 2x18	5,7			6,1	7,6	9,9	7,9	1,5		140,5		
13	OLEVEON 2x36								1,5 (2,5 en el extremo)				
14	OLEVEON 2x58												

		DIFUSOR						CLIPS		
n°	NOMBRE	Altura Labio de Cierre (mm)	Espesor mín del labio (mm)	Espesor max del labio (mm)	Anchura Sección Difusor(mm)	Altura Sección Difusor (mm) (INCLUYENDO EL LABIO DE CIERRE)	Espesor medio Difusor (mm)	n° clips para cierre	Distancia entre centros de clips de cierre (mm)	Pisado(mm)
1	ARAGON 1x36	14,7	1,1	2	-	-	1,4	12	218	-
2	ARAGON 2x36									-
3	ALHAMA 1x18	5,5 (VARÍA LA FORMA Y GROSOR DEL NERVIDO SEGÚN LA SECCIÓN)	0,7	2,8	96,4	53,5	1,7	6	264	2x12
4	ALHAMA 1x36							8	382,73	
5	ALHAMA 1x58							10	360,75	
6	ALHAMA 2x18				140,2		2	6	264	
7	ALHAMA 2x36							8	382,73	
8	ALHAMA 2x58							10	360,75	
9	OLEVEON 1x18	5,5	0,7	2,8	96,4	53,5	1,7	6	264	2x12
10	OLEVEON 1x36							8	382,6	
11	OLEVEON 1x58							10	360,75	
12	OLEVEON 2x18				140,2		2	6	264	
13	OLEVEON 2x36							8	382,6	
14	OLEVEON 2x58							10	360,75	

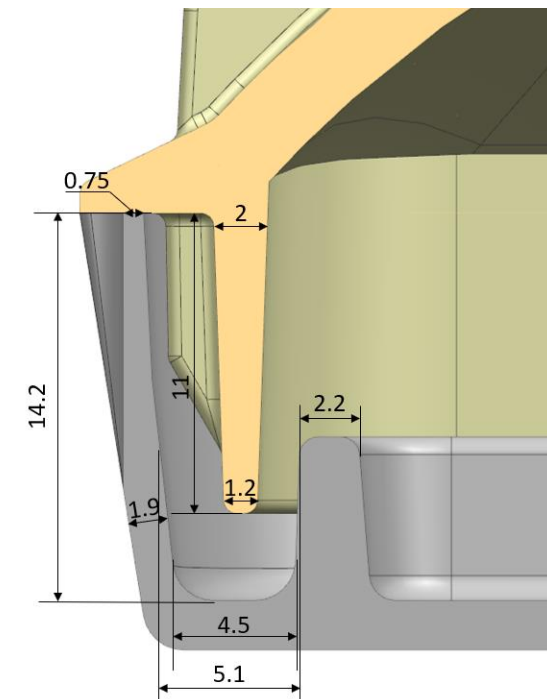
### 1.3 Secciones acotadas de luminarias de Zalux

A continuación, se muestran algunas secciones acotadas de luminarias de Zalux, las cuales se han realizado a partir de archivos CAD de Siemens NX:

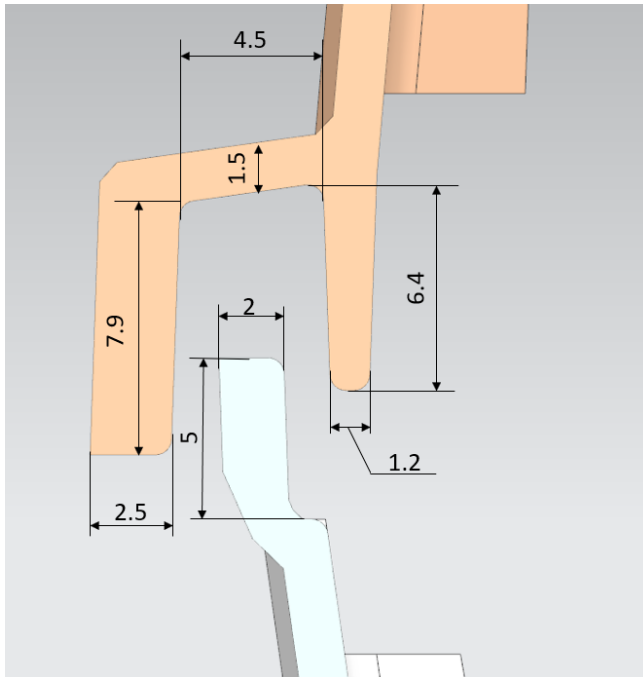
ARAXEON 1500 B 4000-840 ET PC (SECCIÓN “ESTRECHA”)



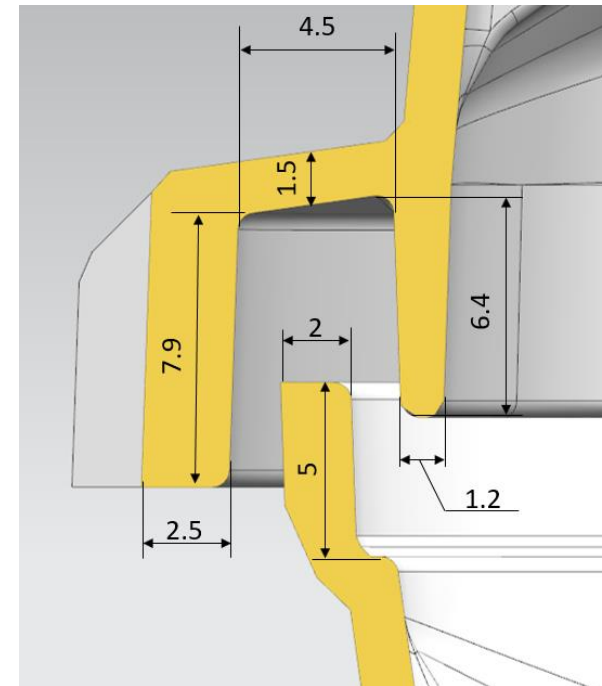
ARAXEON 1500 B 4000-840 ET PC (SECCIÓN “ANCHA”)



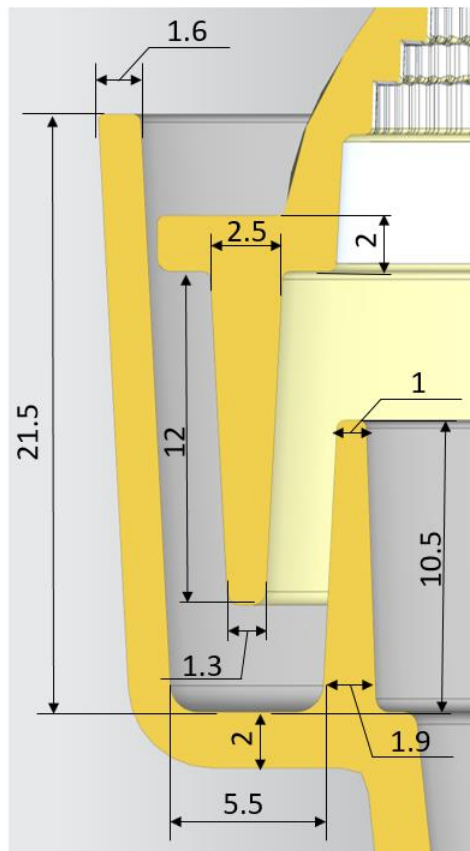
IPIA 136 (SECCIÓN “ESTRECHA”)



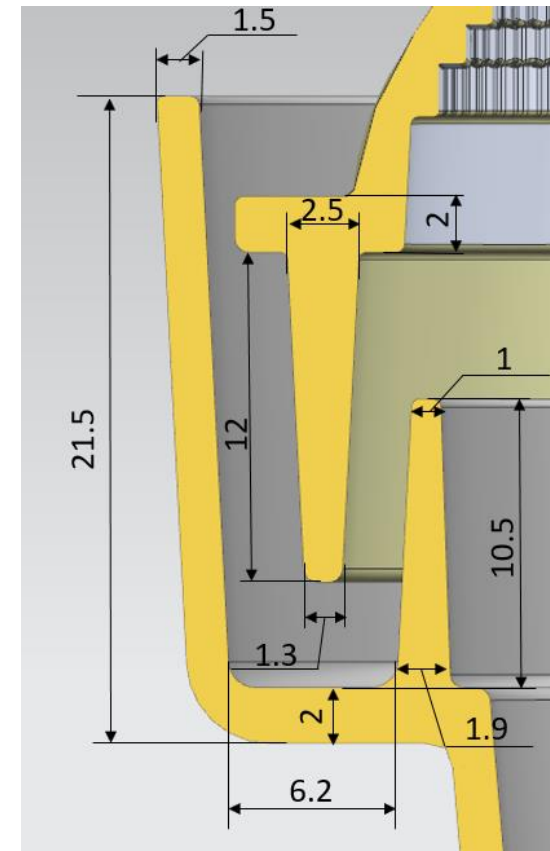
IPIA 136 (SECCIÓN “ANCHA”)



OLEVEON FIT 1200 (SECCIÓN “ESTRECHA”)



OLEVEON FIT 1200 (SECCIÓN “ANCHA”)



## 2. Casos analizados en SolidWorks

A continuación, se muestran los resultados obtenidos mediante el programa SolidWorks para los diferentes casos analizados. Estos casos consisten en la variación de uno de los parámetros de un modelo tomado de partida, el cual tiene unas medidas similares al modelo de Zalux, Oleveon 2x18. Los parámetros a variar son aquellos que pueden afectar a la estanqueidad del cierre de la luminaria, bien sean parámetros geométricos o de las características del material de alguno de los componentes de la luminaria.

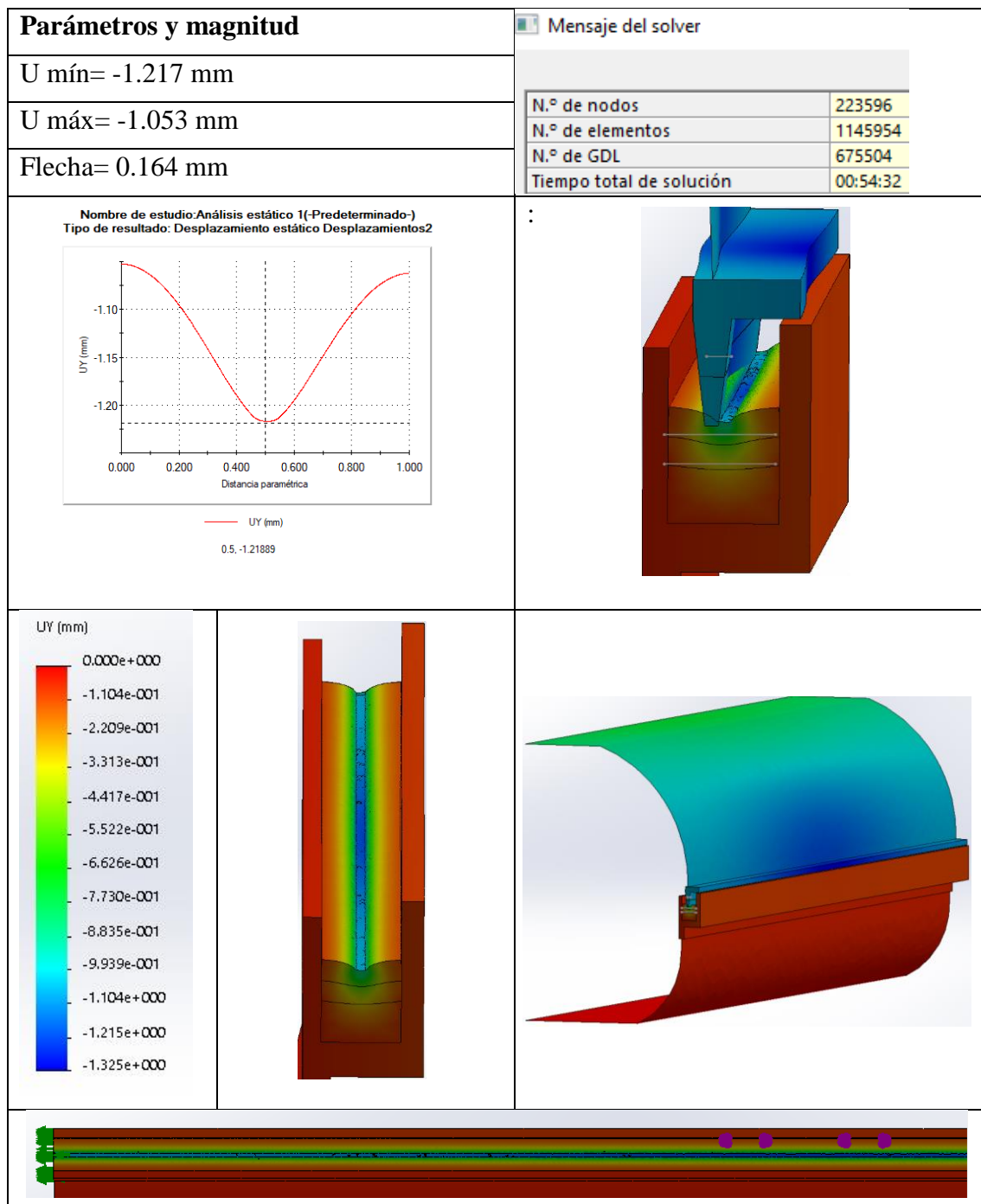
## 2.1 Casos Modelo de Partida y cambios en apoyo del clip y mallado.

### 2.1.1 Modelo de Partida Similar a Oleveon 2x18

- Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor repartido en dos zonas de 1x8 mm separadas 12.8mm.

- Desplazamientos

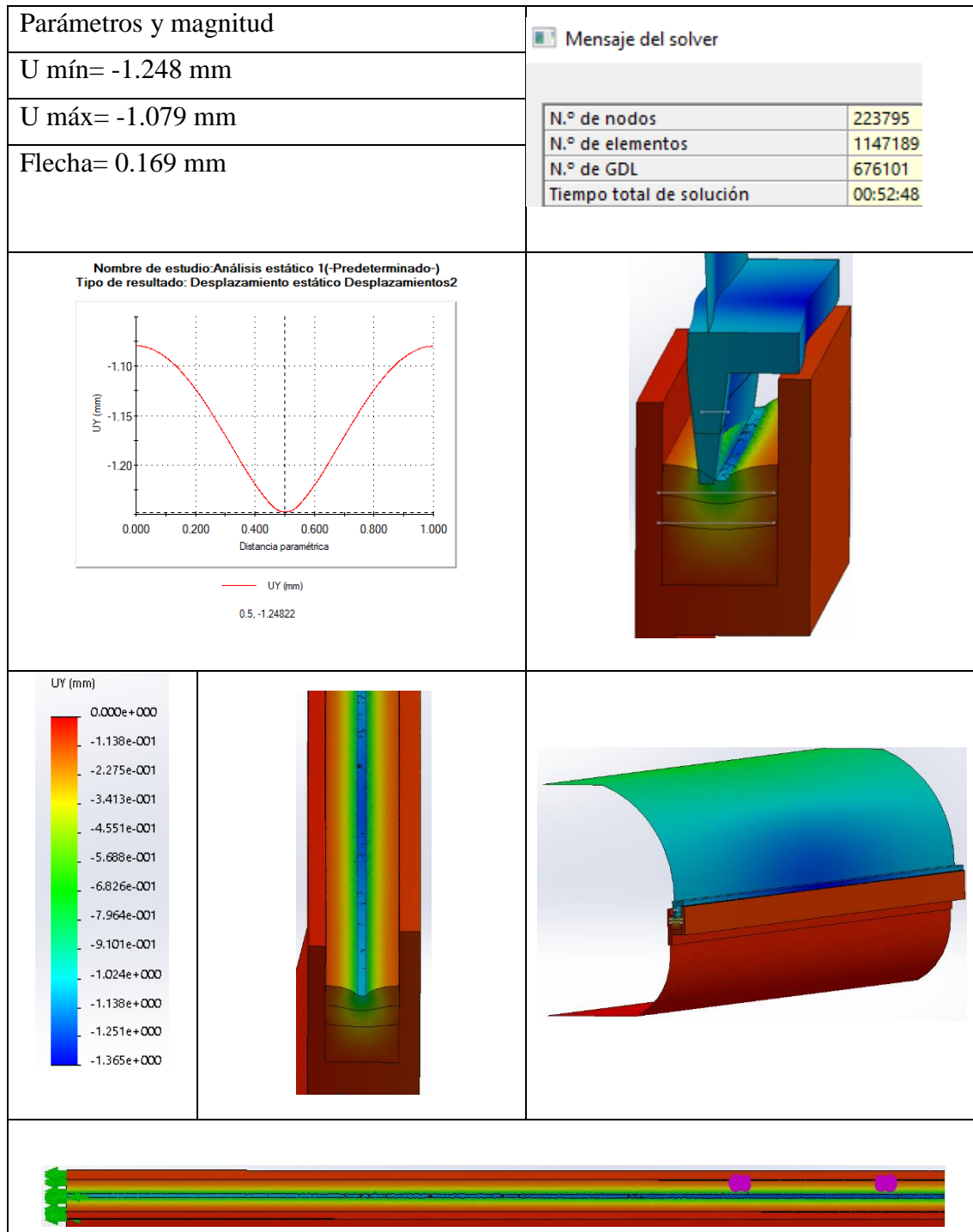


## 2.1.2 Con pisado continuo del clip

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos

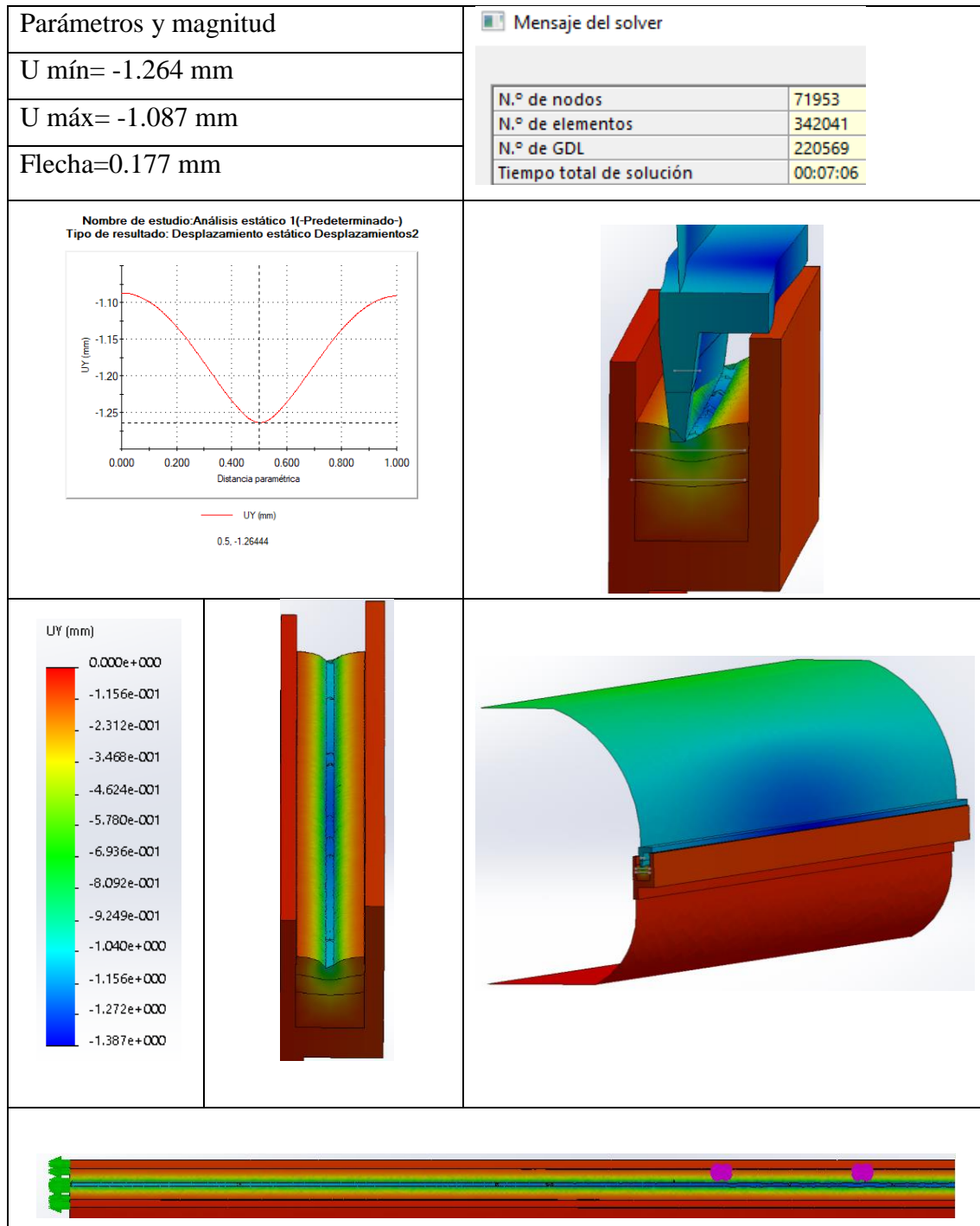


### 2.1.3 Con pisado continuo del clip y malla más gruesa

- Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos



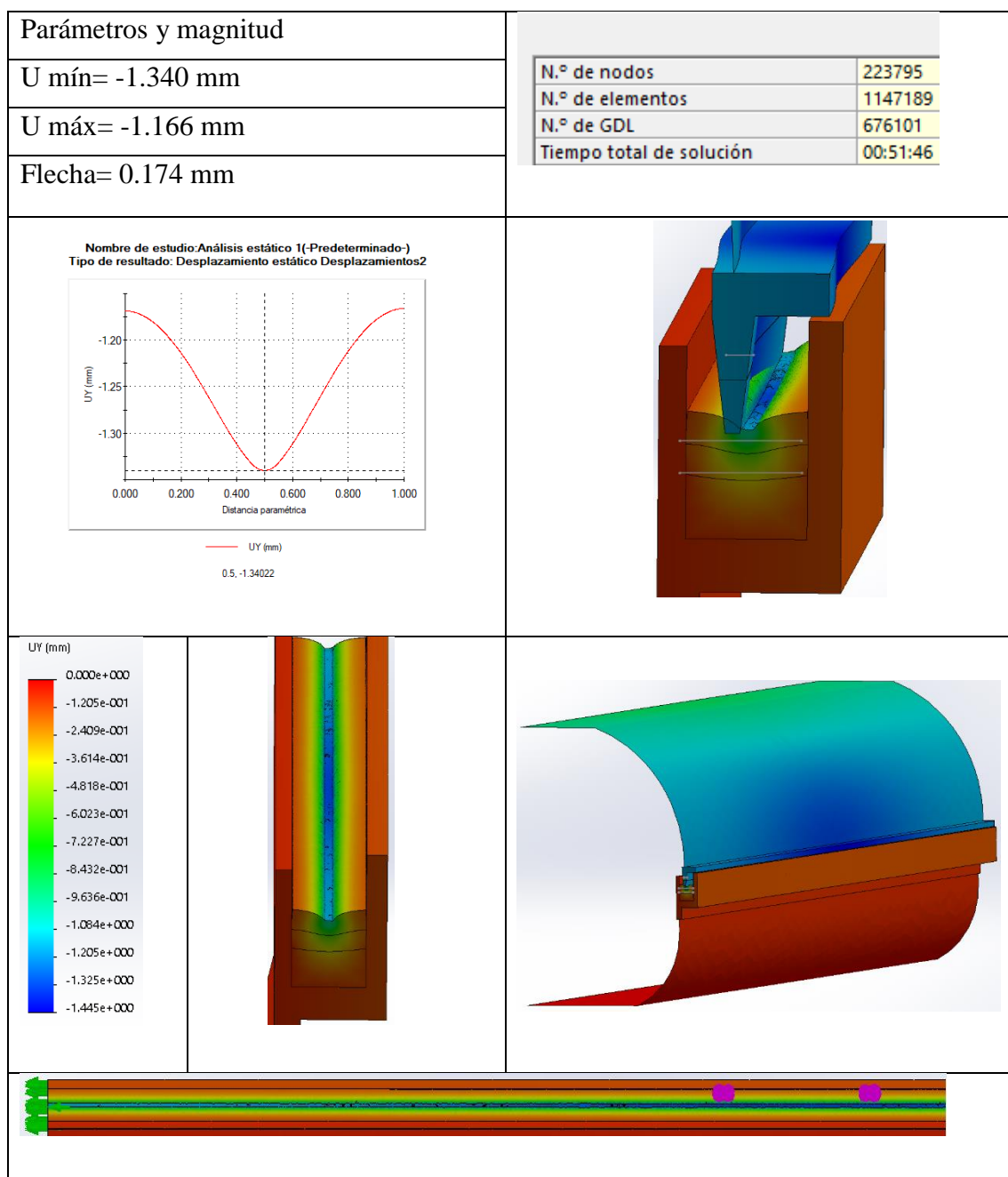
## 2.2 Casos variando fuerza del clip a 40 N

### 2.2.1 Modelo de Partida con fuerza de 40N en el clip y pisado continuo del clip

- Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 40N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos

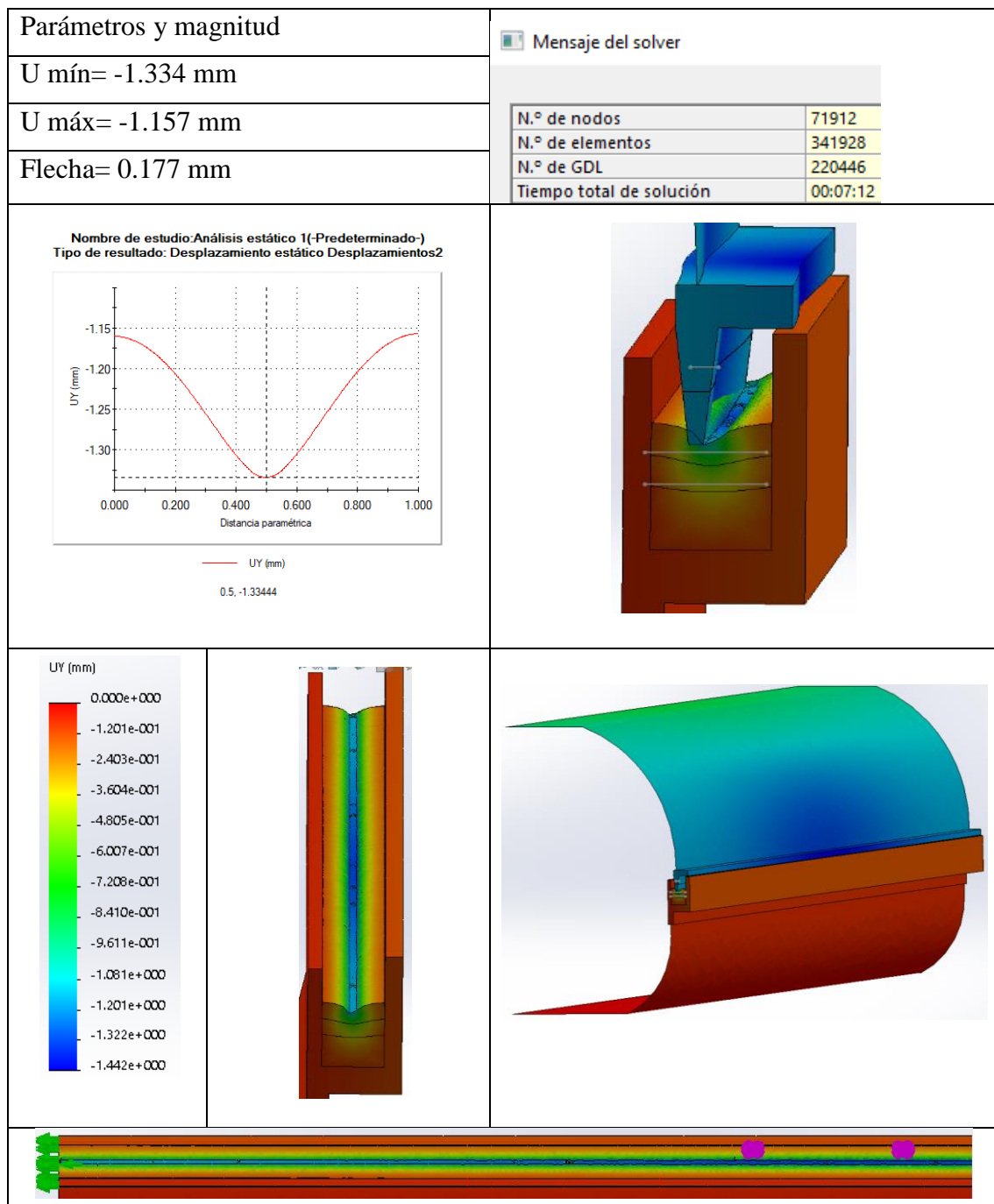


## 2.2.2 Modelo de Partida con fuerza de 40N en el clip y pisado continuo del clip y malla más gruesa

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 40N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos



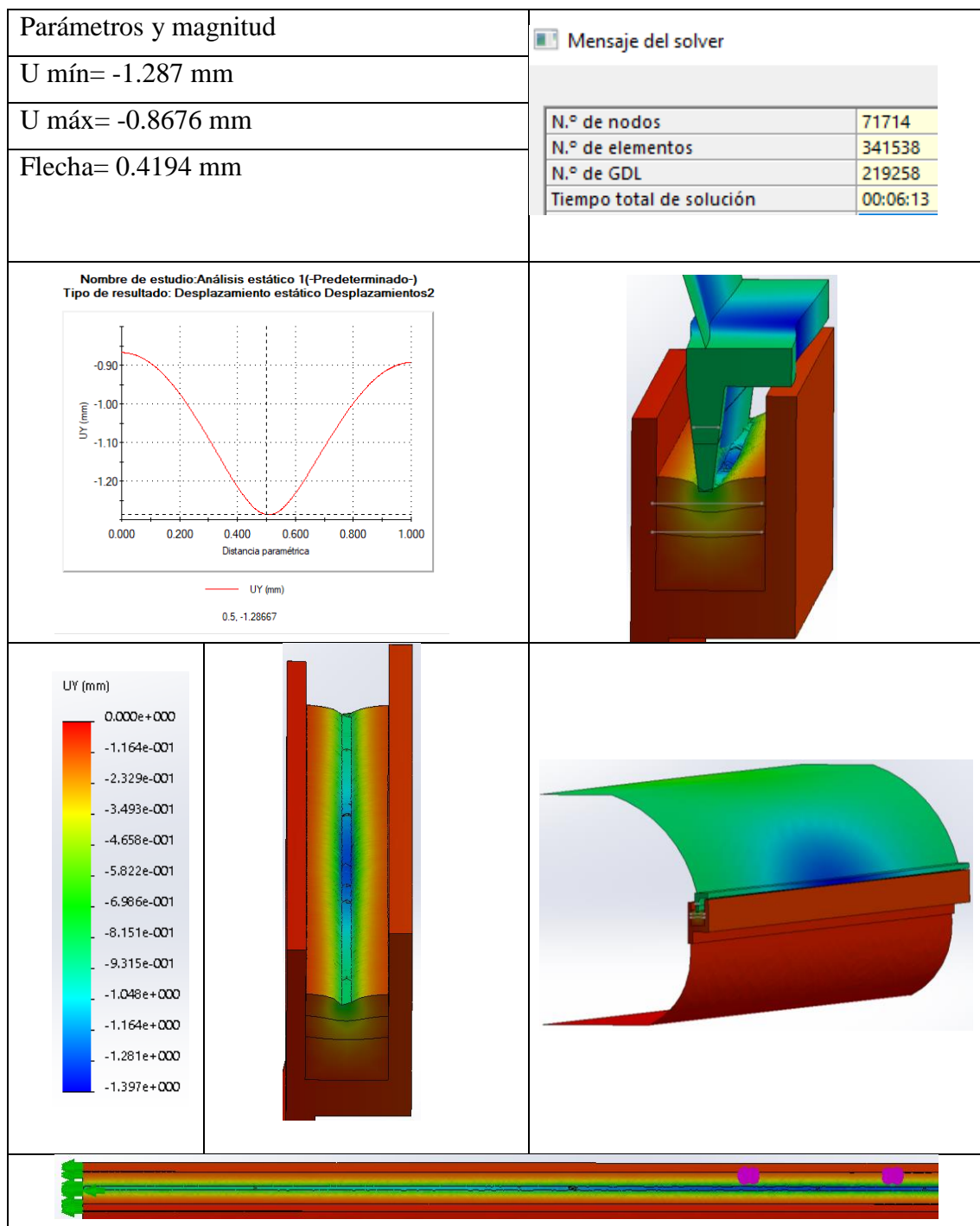
## 2.3 Casos Variando Altura del Difusor

### 2.3.1 25% menos de altura del difusor variando zona vertical

- Descripción**

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos**

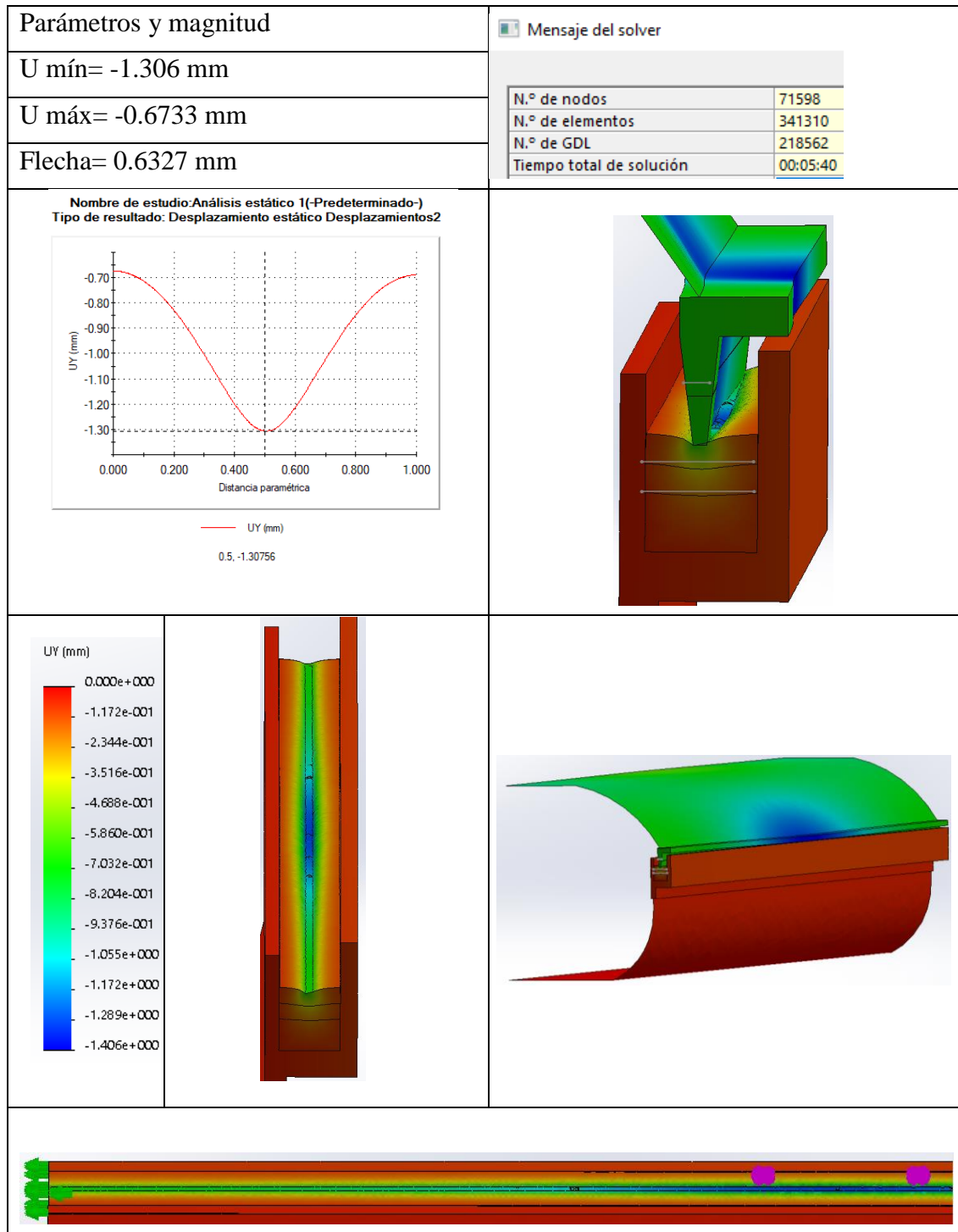


## 2.3.2 50% menos de altura del difusor variando zona vertical

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos

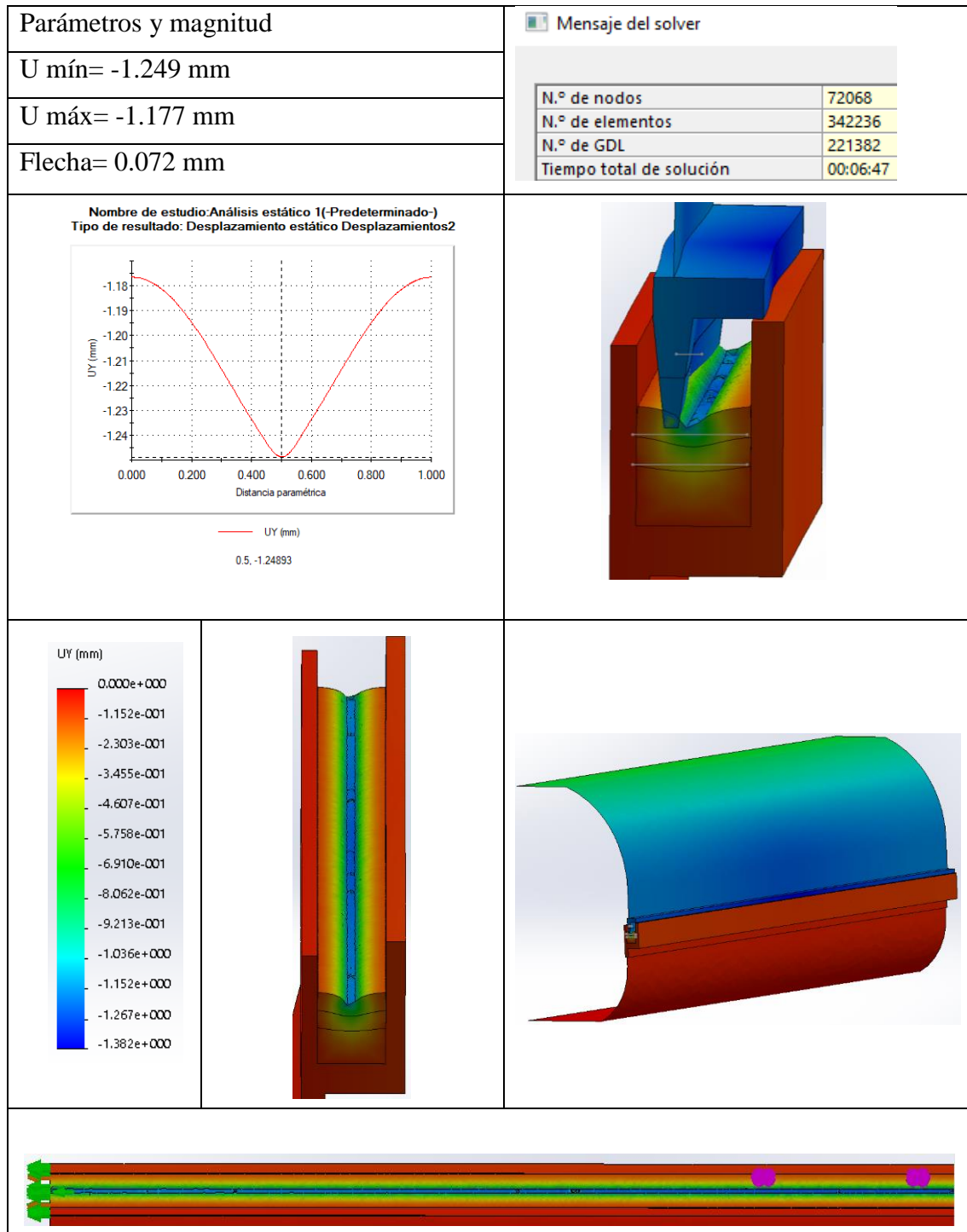


### 2.3.3 25% más de altura del difusor variando zona vertical

- Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos

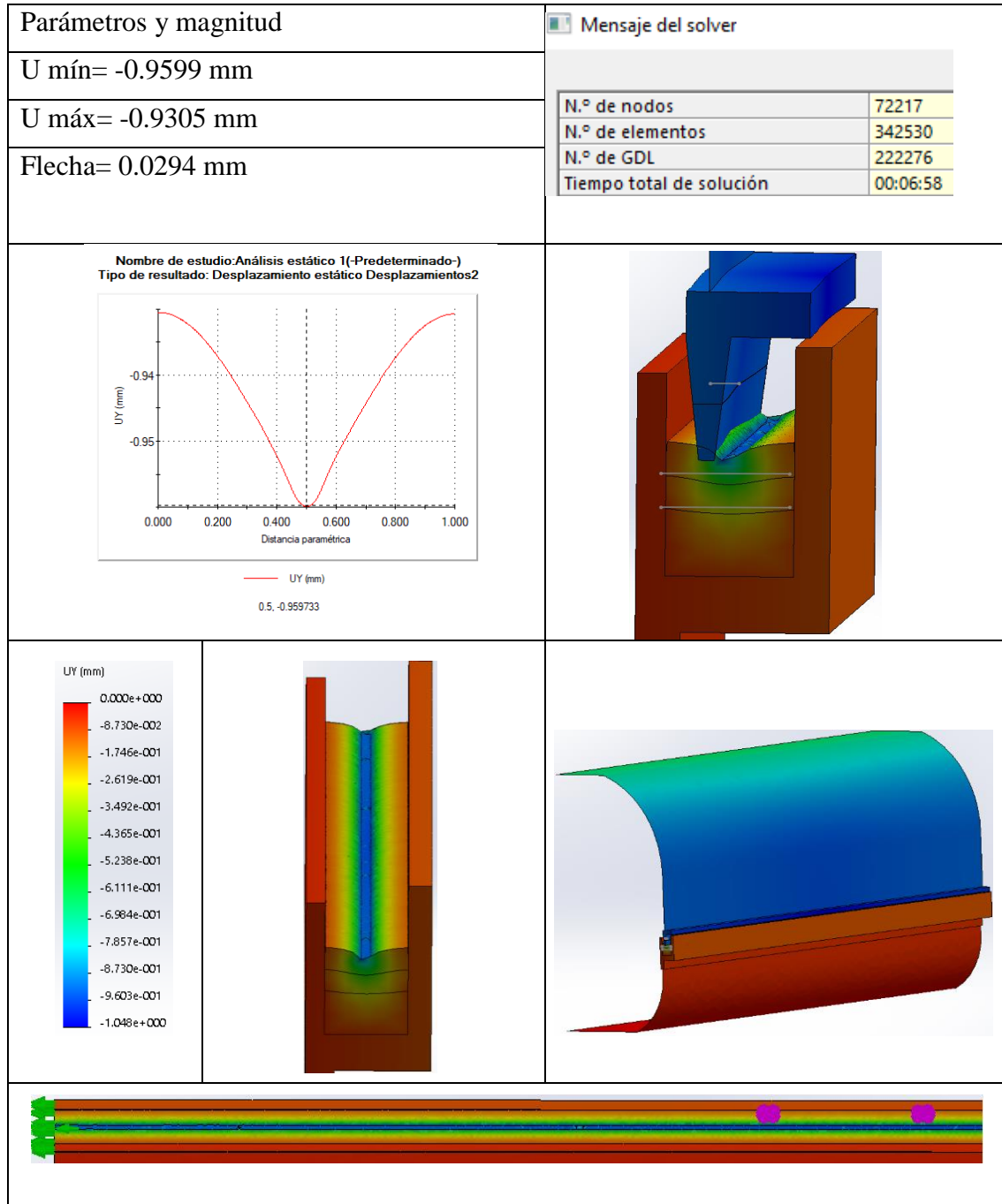


### 2.3.4 50% más de altura del difusor variando zona vertical

- Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos



Se observa que difusor y carcasa no llegan a contactar siquiera en la zona de apoyo del clip.

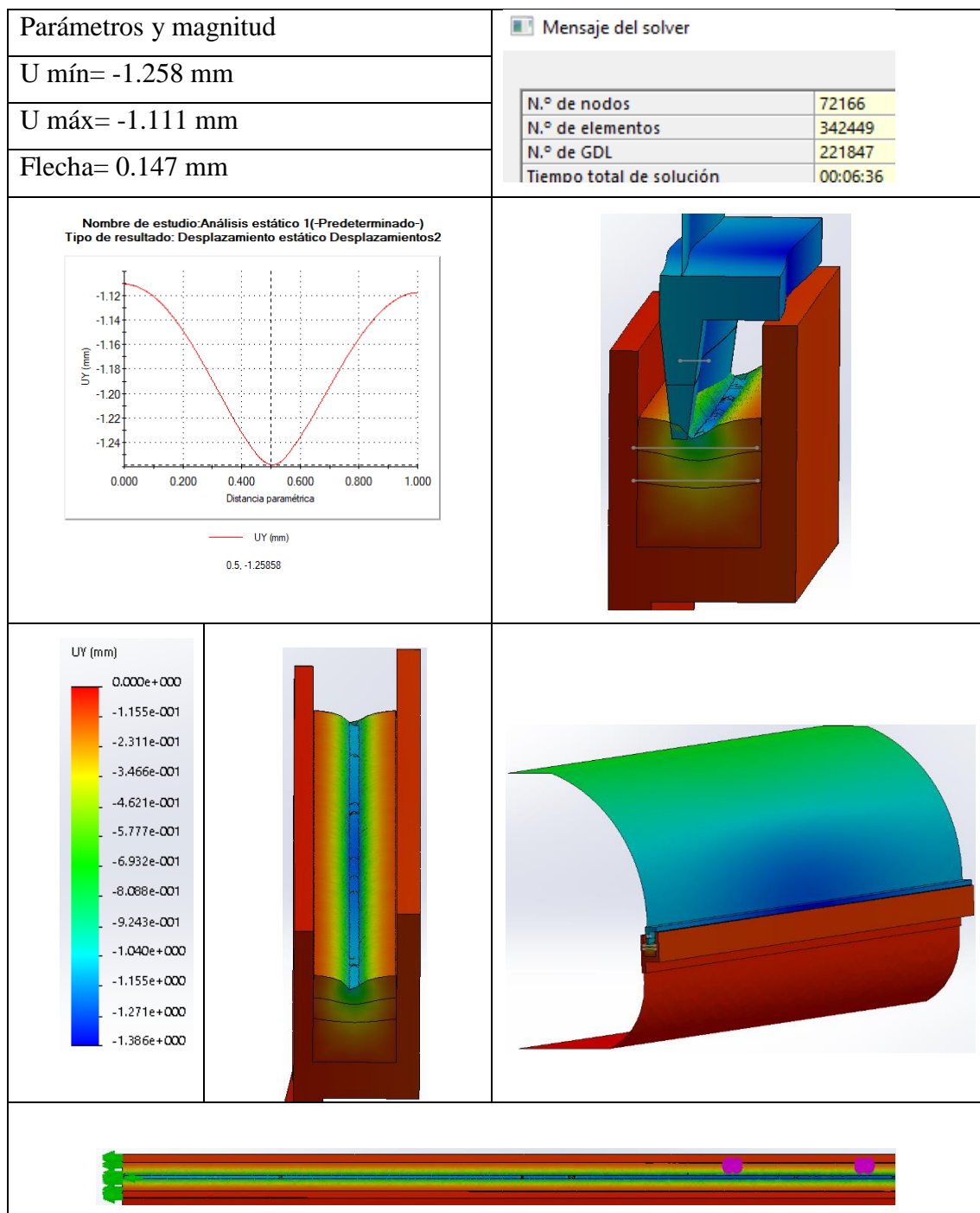
## 2.4 Casos Variando Radio del Difusor

### 2.4.1 25% más de altura del difusor variando el radio

- Descripción**

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos**

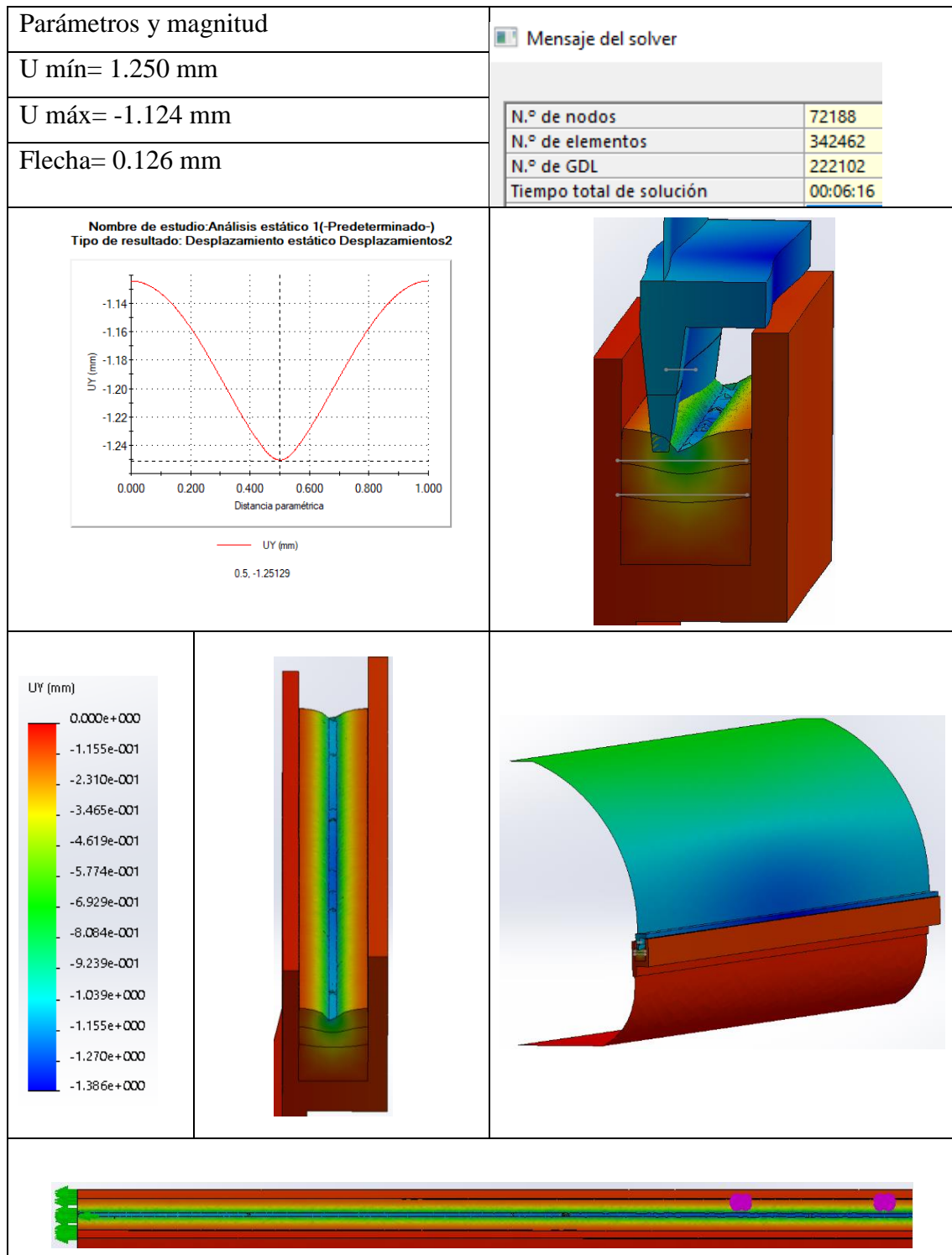


## 2.4.2 50% más de altura del difusor variando el radio

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos



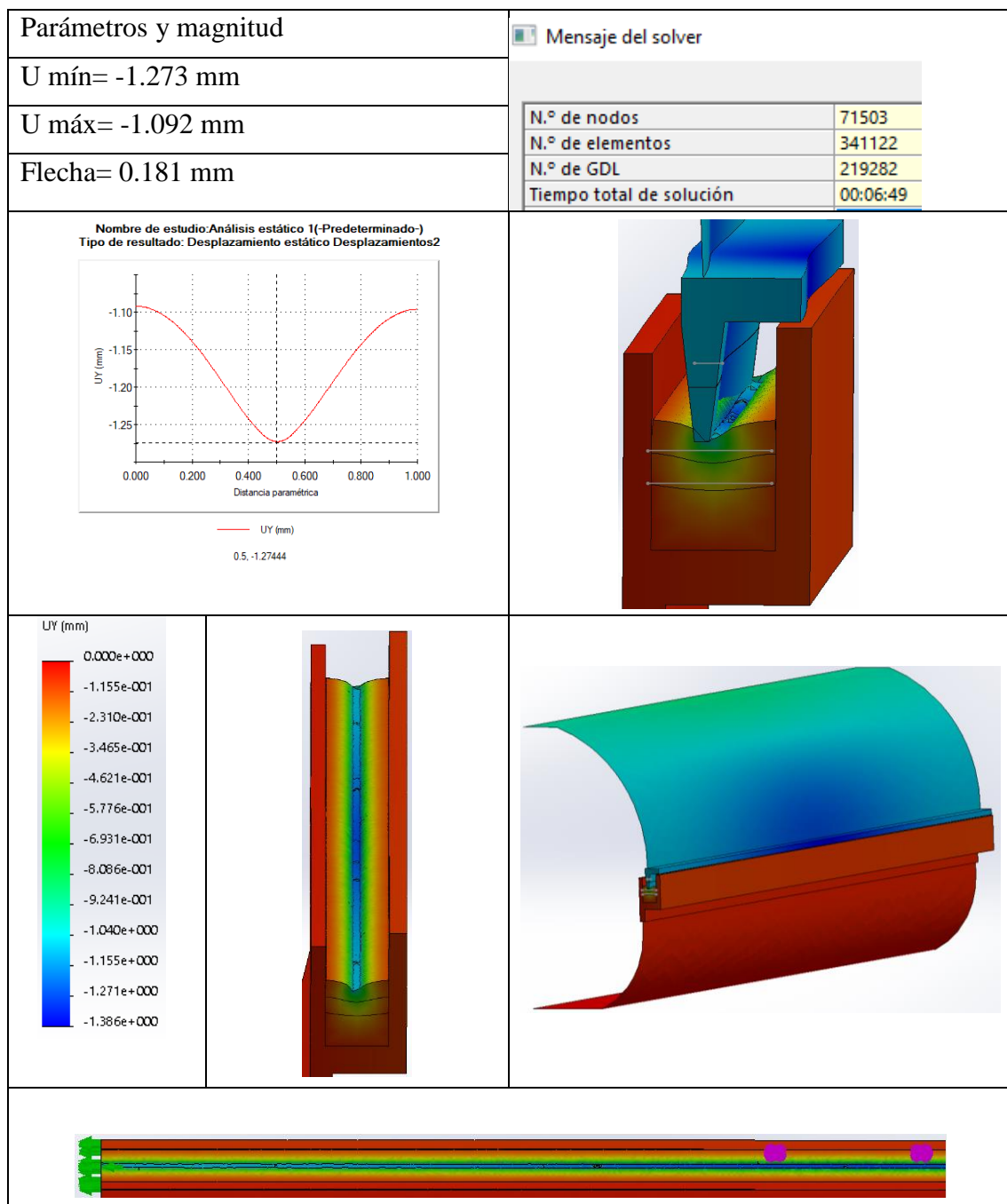
## 2.5 Casos variando la Anchura de la luminaria

### 2.5.1 25% menos de anchura de la luminaria

- Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos

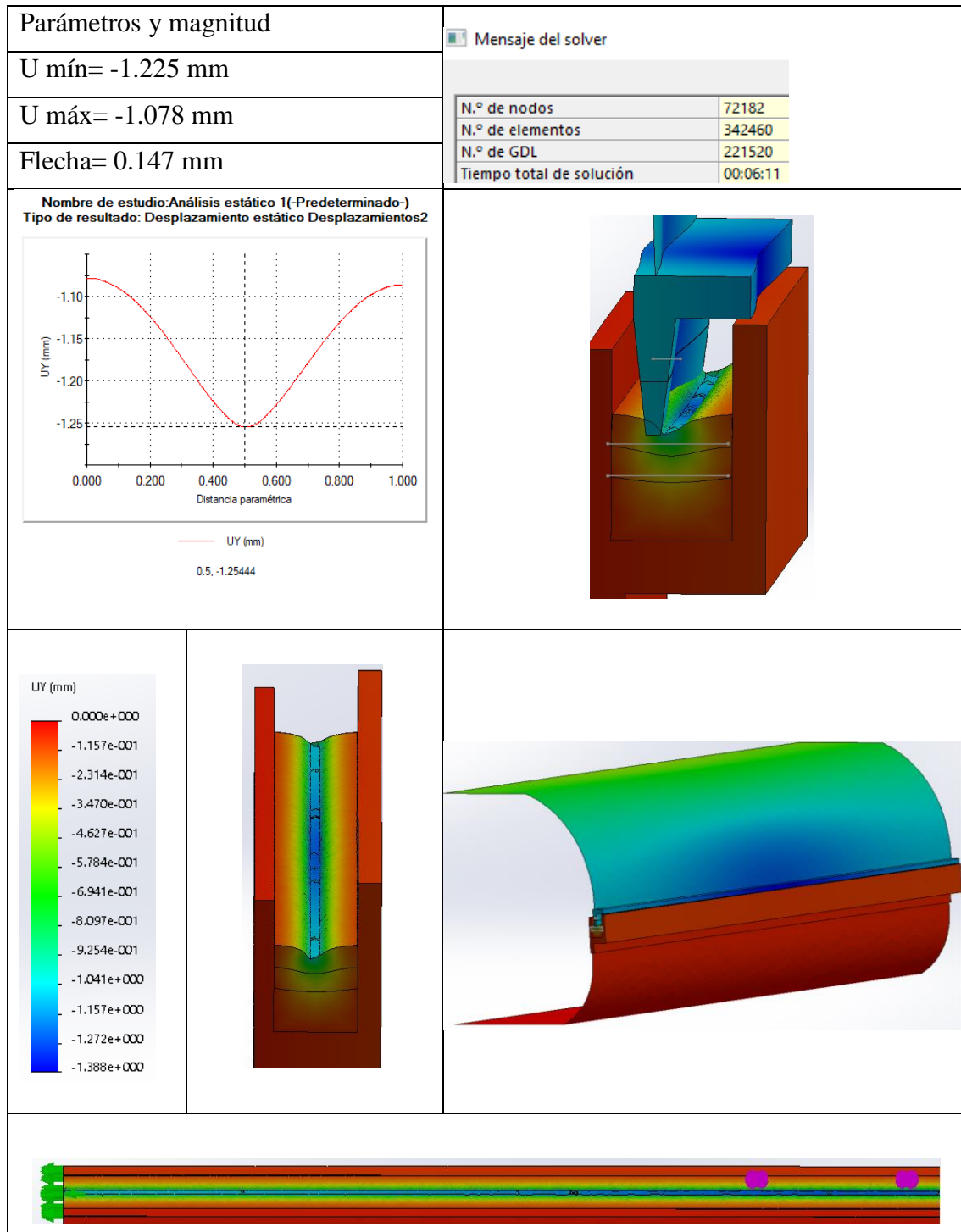


## 2.5.2 25% más de anchura de la luminaria

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos

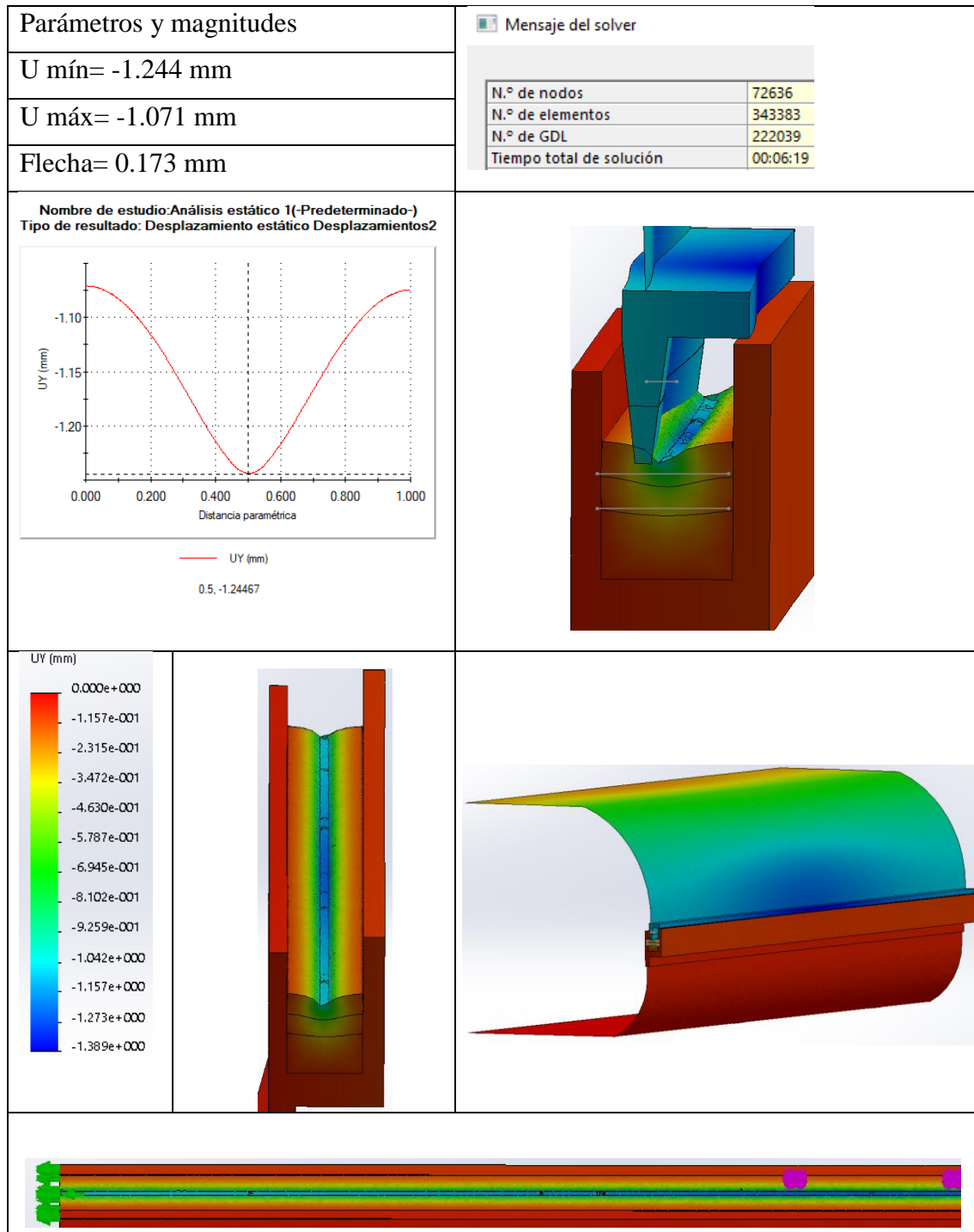


### 2.5.3 50% más de anchura de la luminaria

- Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos



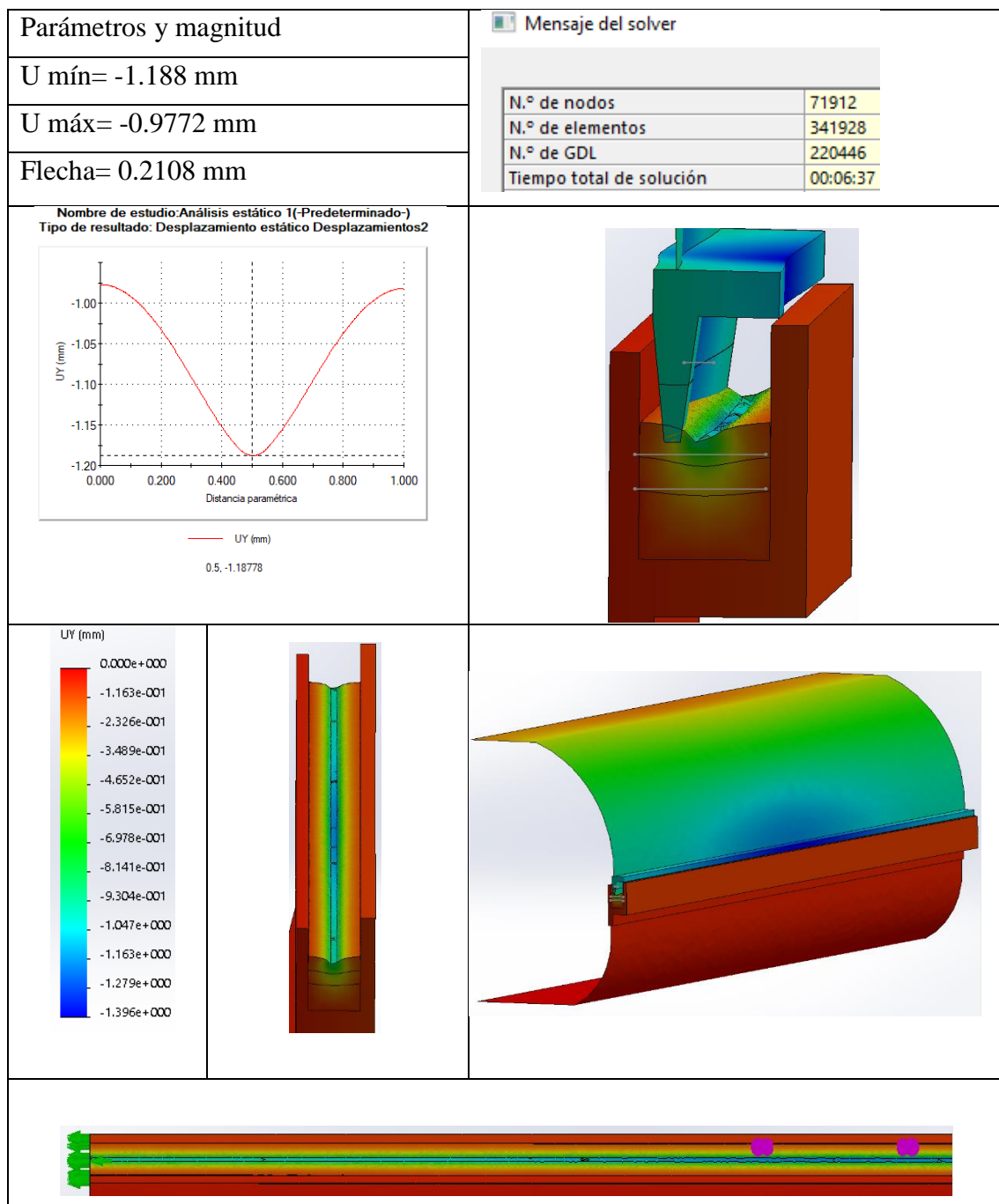
## 2.6 Casos variando el Espesor del Difusor

### 2.6.1 25% menos de espesor de la zona refractaria del difusor

- Descripción**

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos**

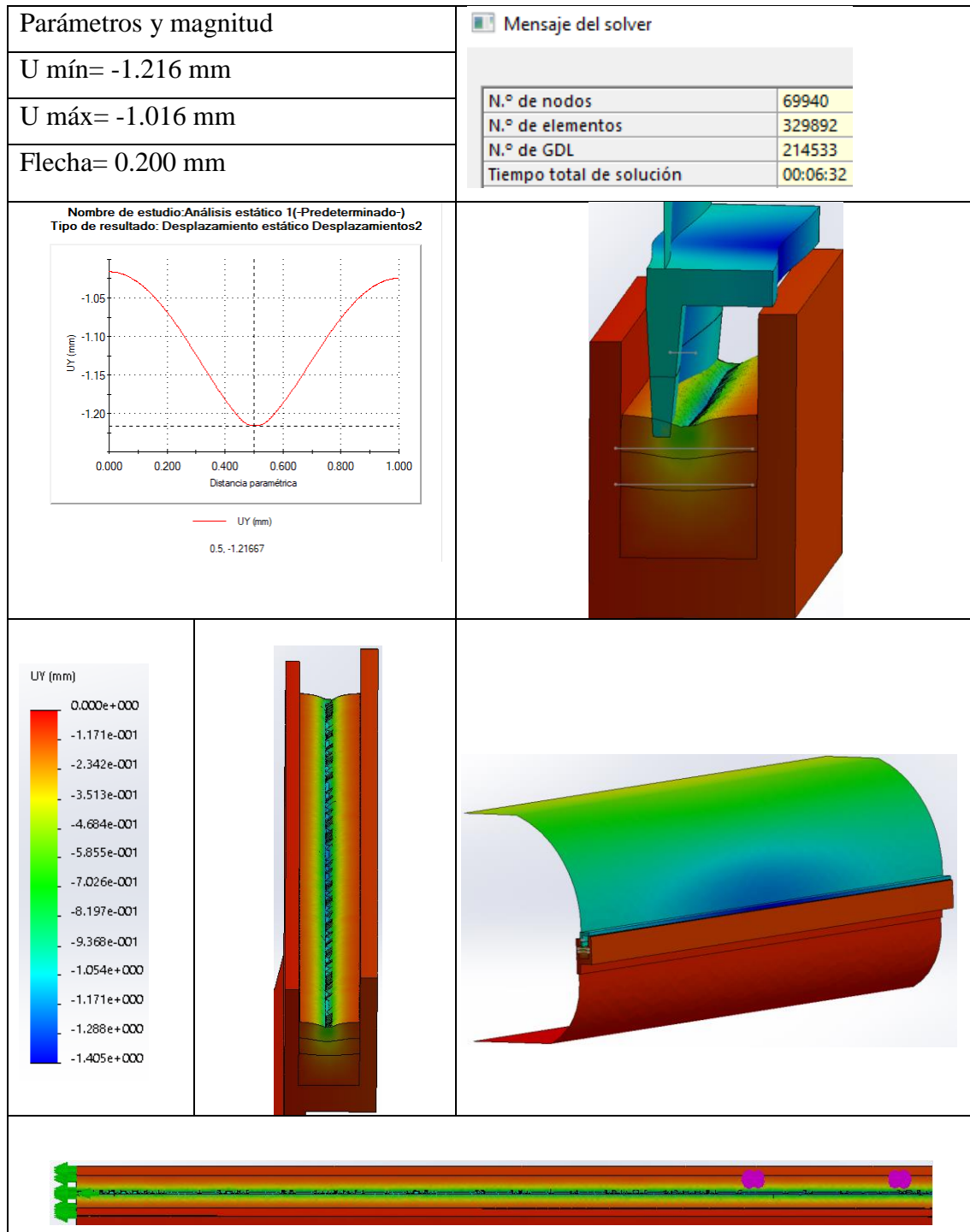


## 2.6.2 25% menos de espesor del difusor completo

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos

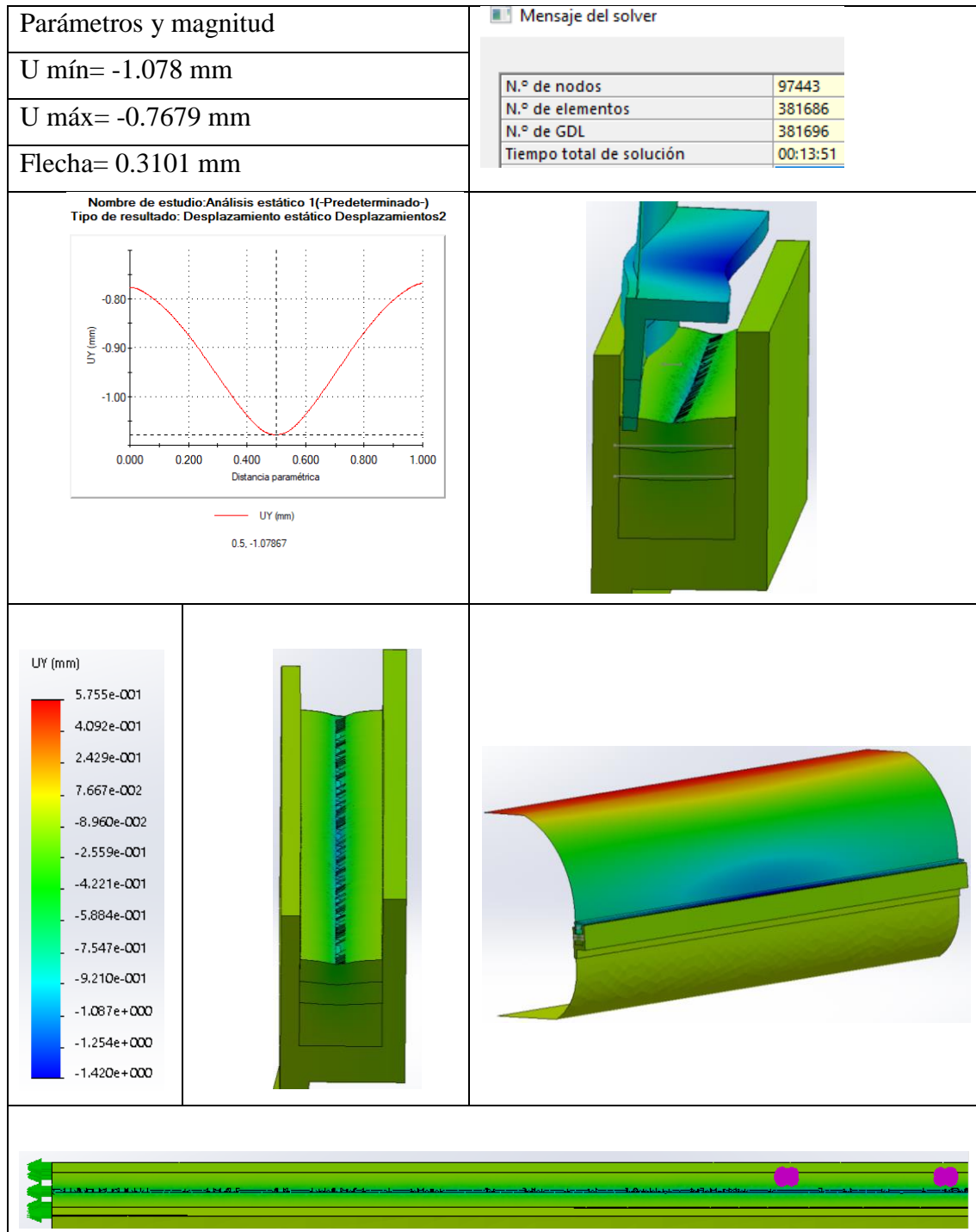


### 2.6.3 50% menos de espesor del difusor completo

- Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos

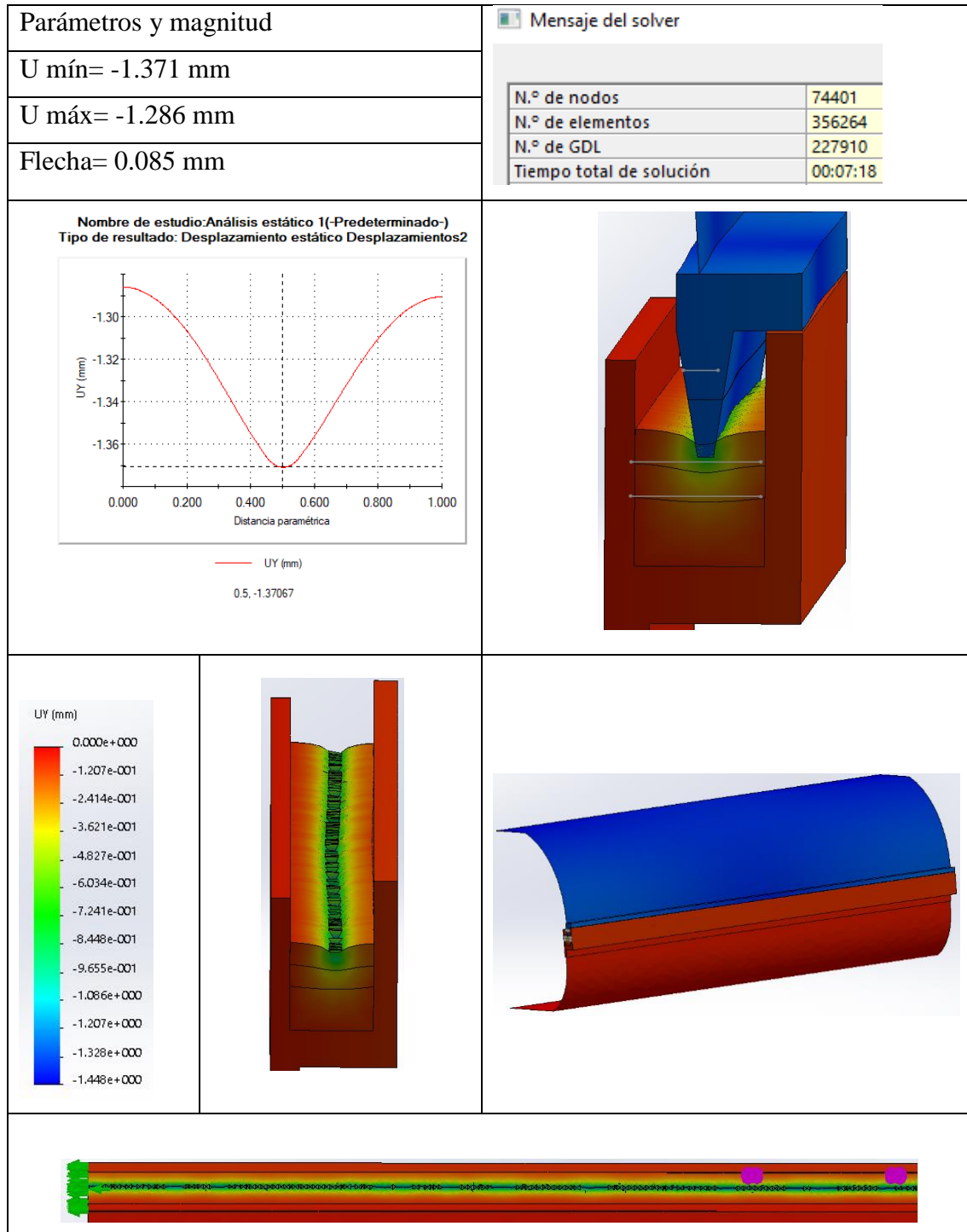


## 2.6.4 25% más de espesor del difusor completo

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos

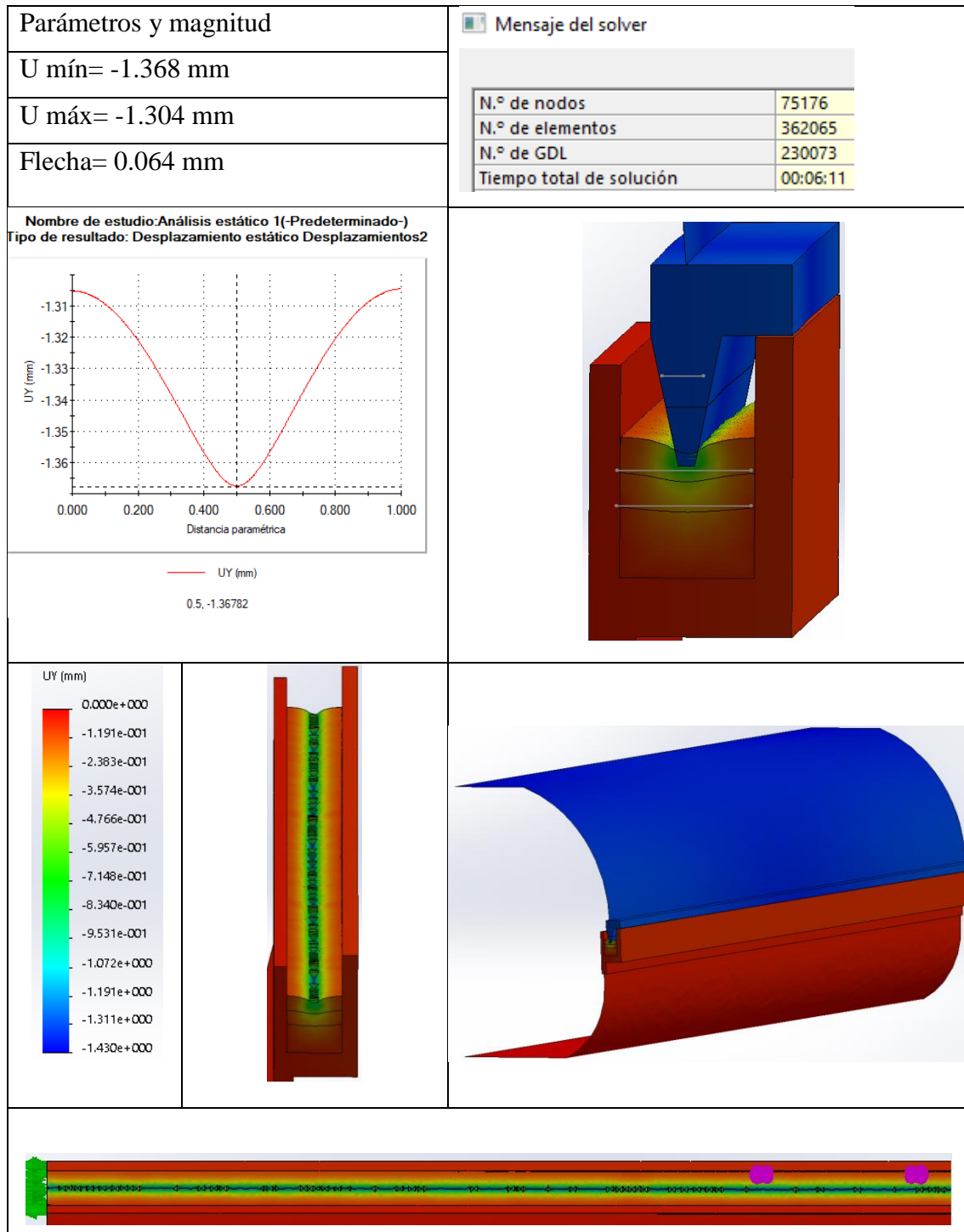


## 2.6.5 50% más de espesor del difusor completo

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos



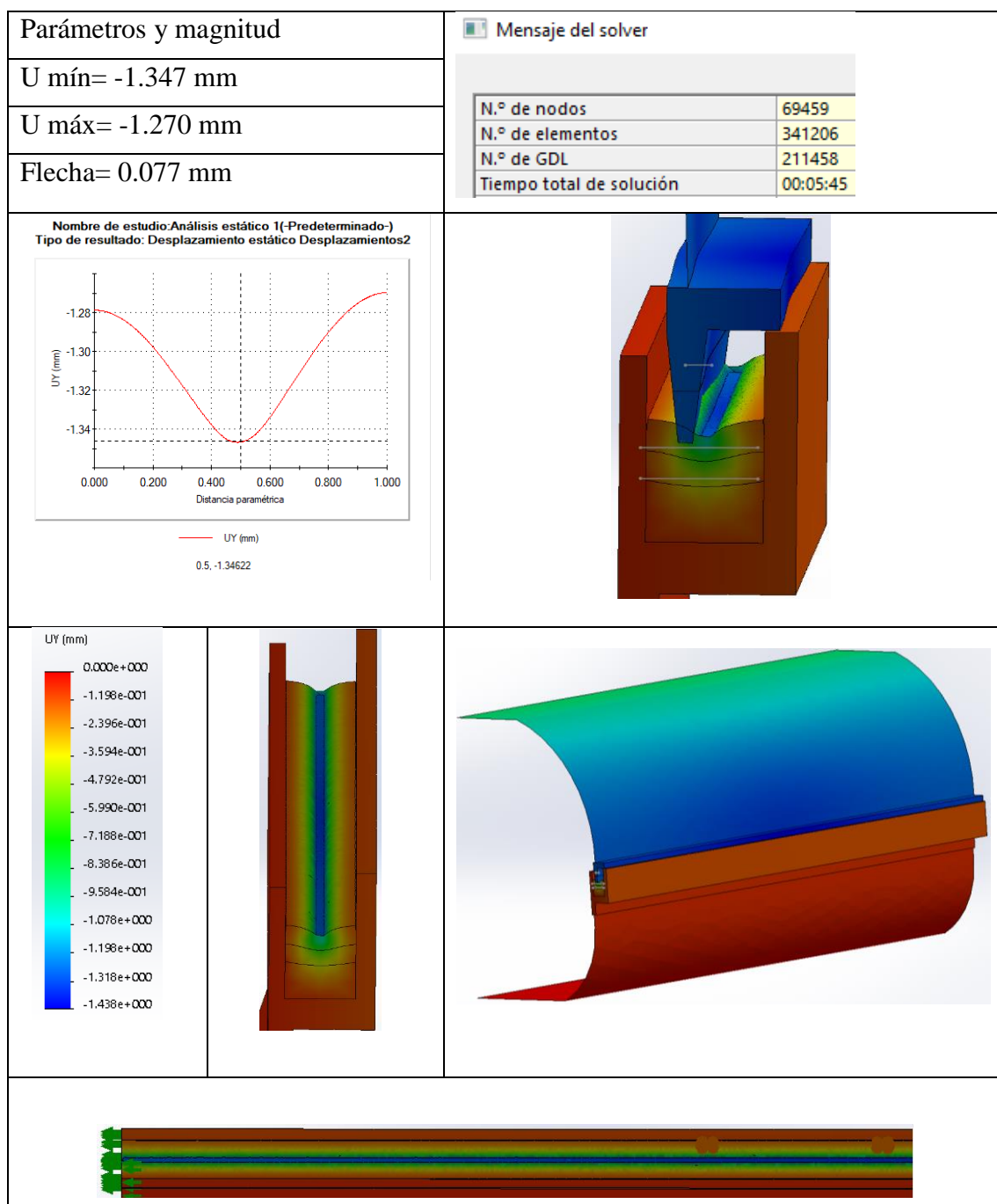
## 2.7 Casos variando la Distancia entre Clips

### 2.7.1 25% menos de distancia entre clips

- Descripción**

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos**

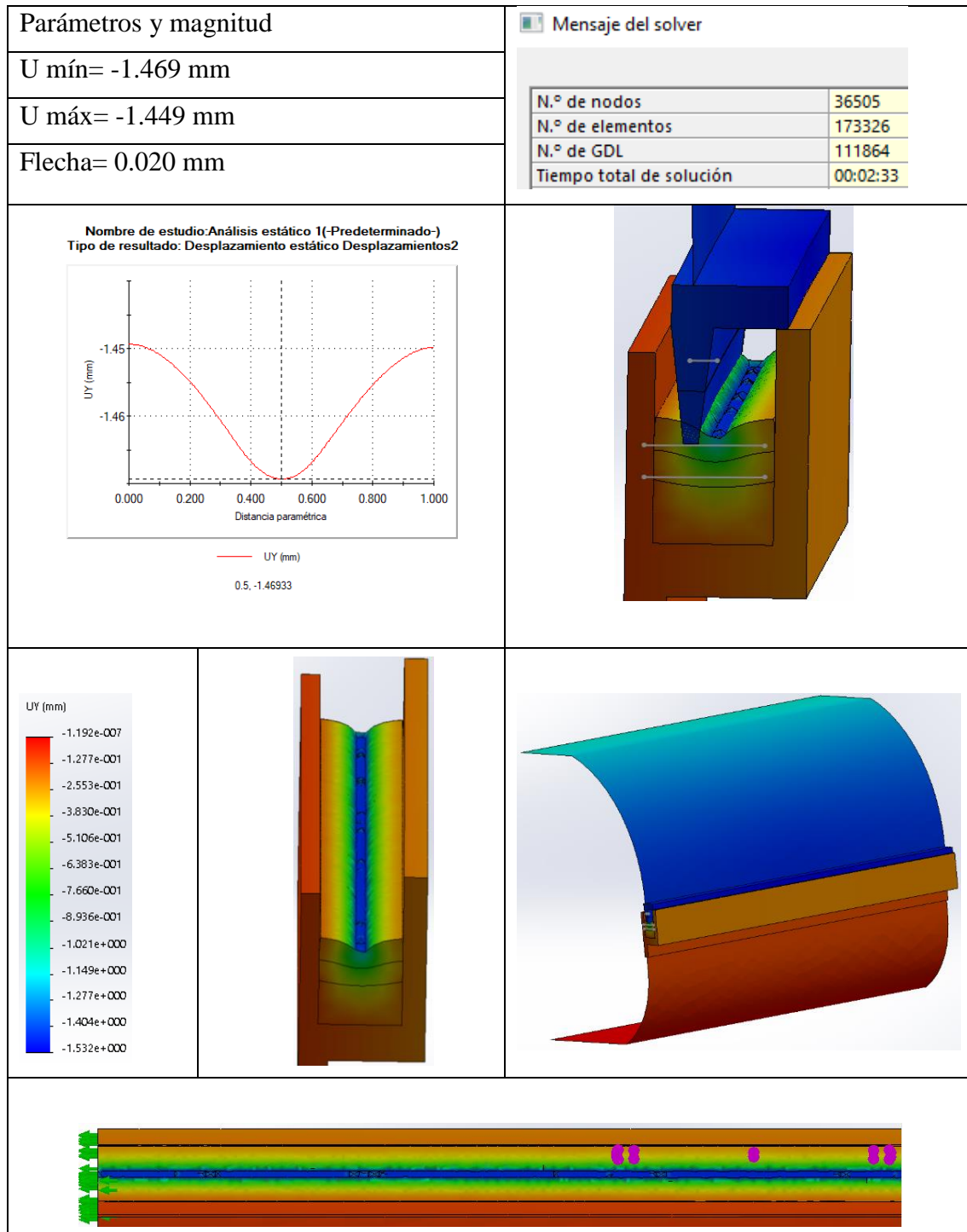


## 2.7.2 50% menos de distancia entre clips

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos

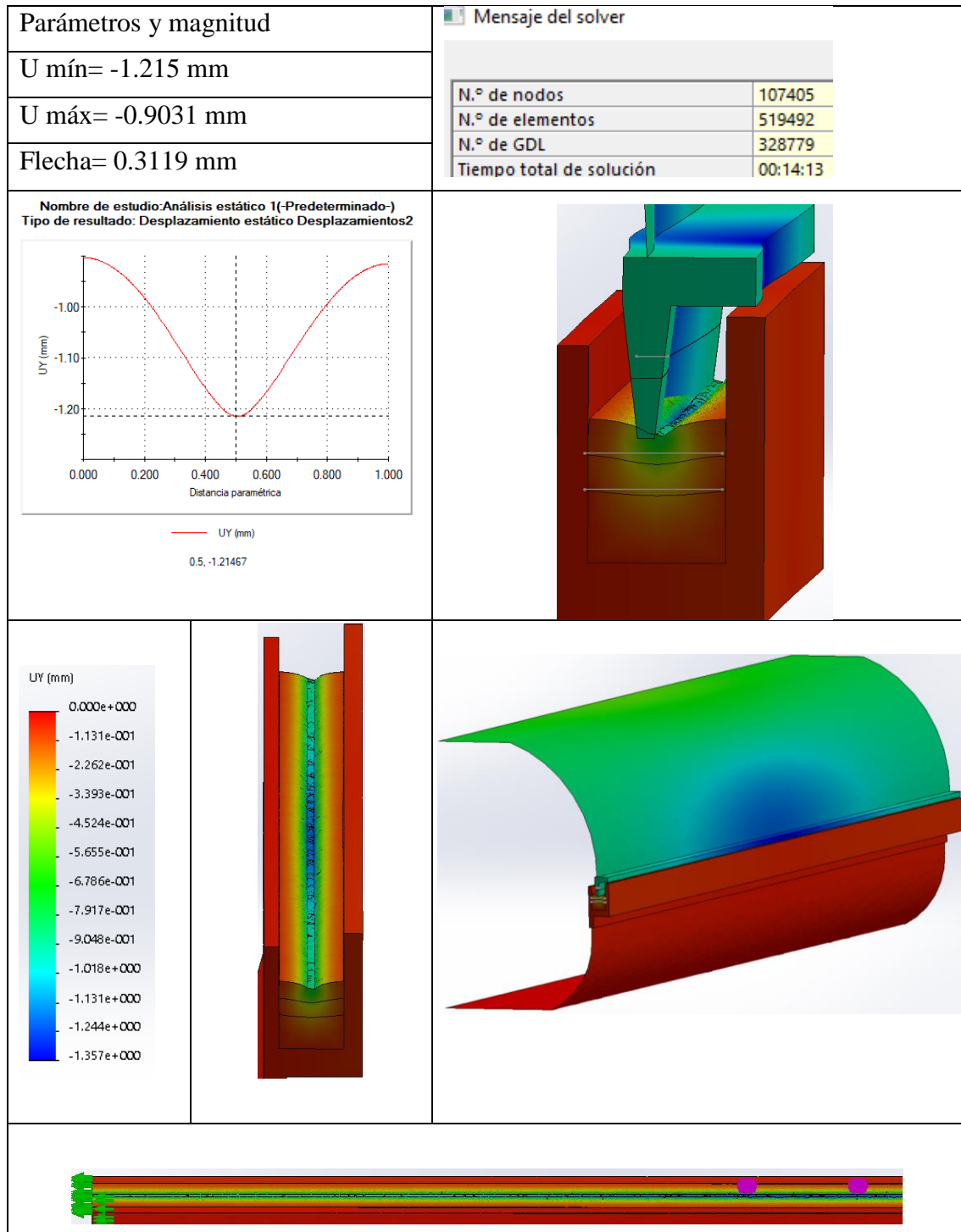


### 2.7.3 25% más de distancia entre clips

- Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos

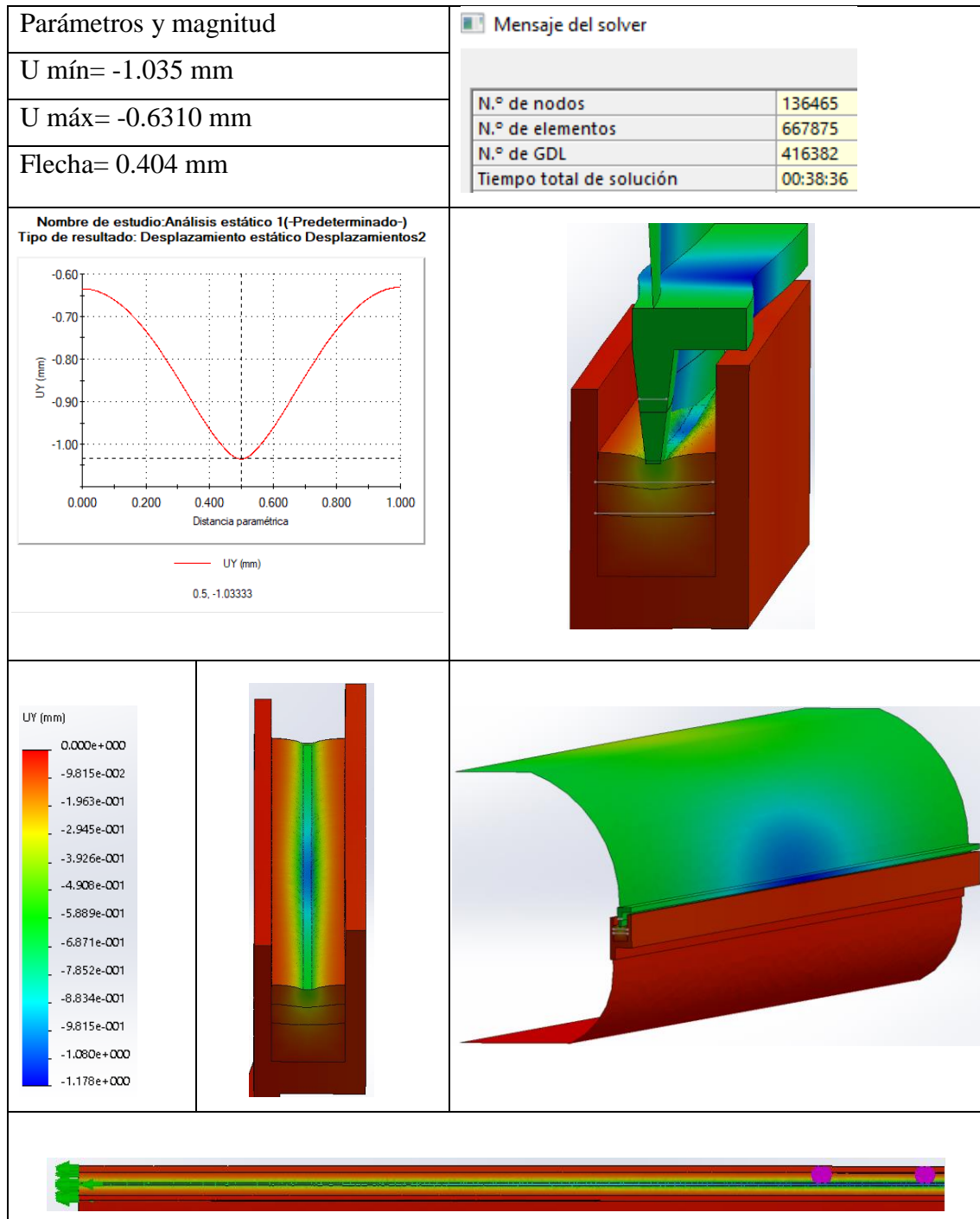


## 2.7.4 50% más de distancia entre clips

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos



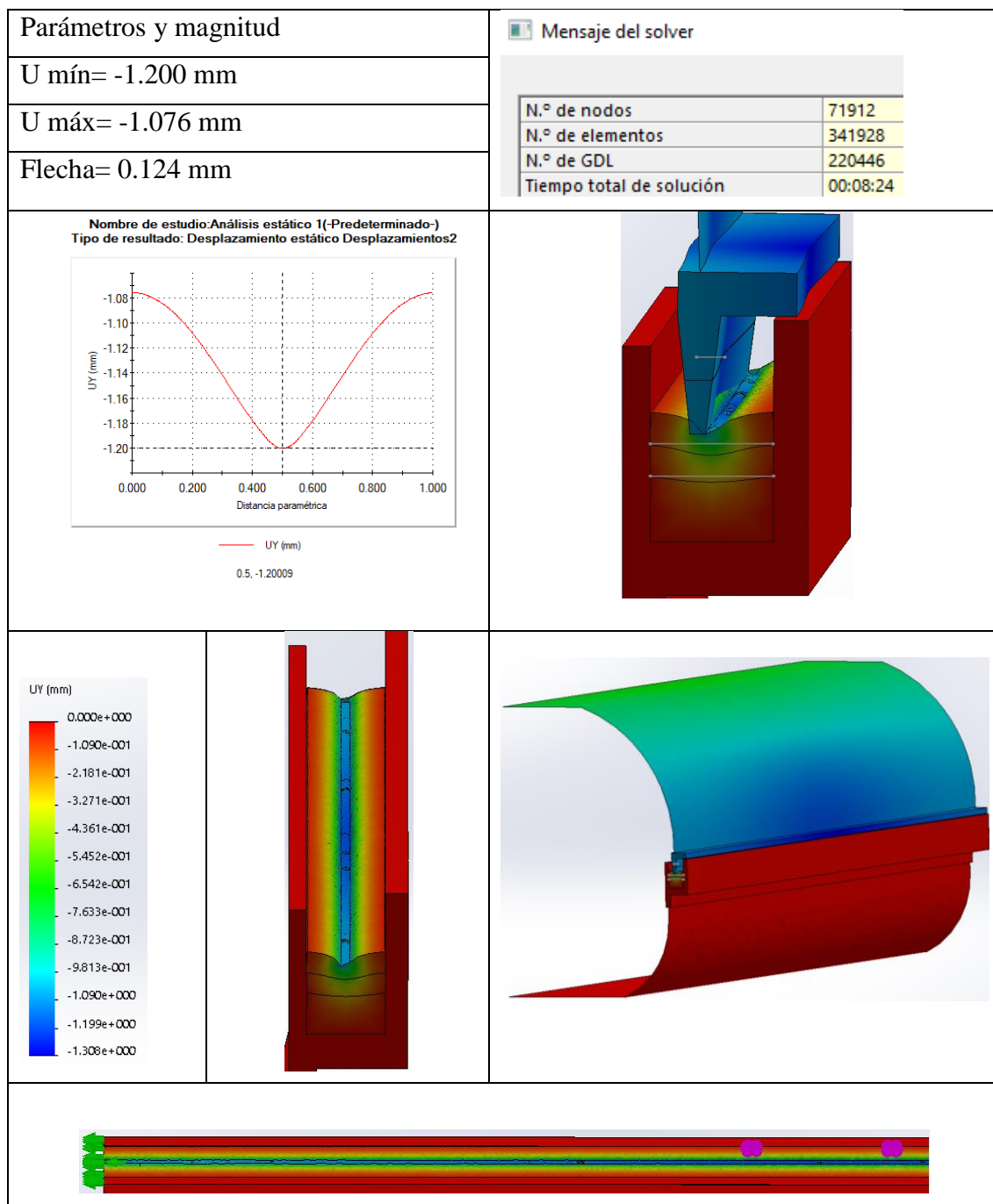
## 2.8 Casos variando el Módulo Elástico de la Carcasa

### 2.8.1 Módulo elástico de la carcasa 10 veces superior

- Descripción**

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos**



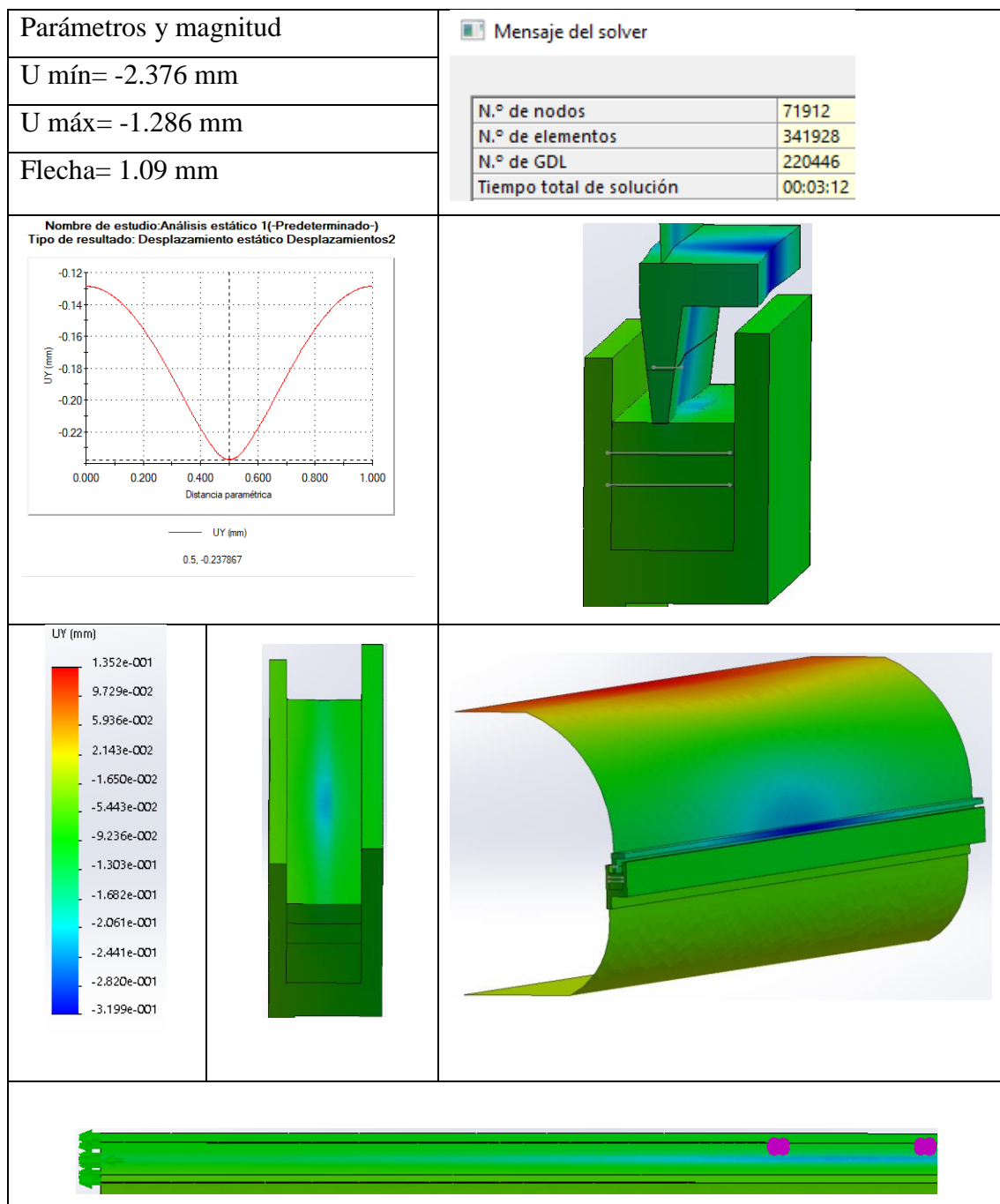
## 2.9 Casos variando el Módulo Elástico de la Junta

### 2.9.1 Módulo elástico de la junta 10 veces superior

- Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos



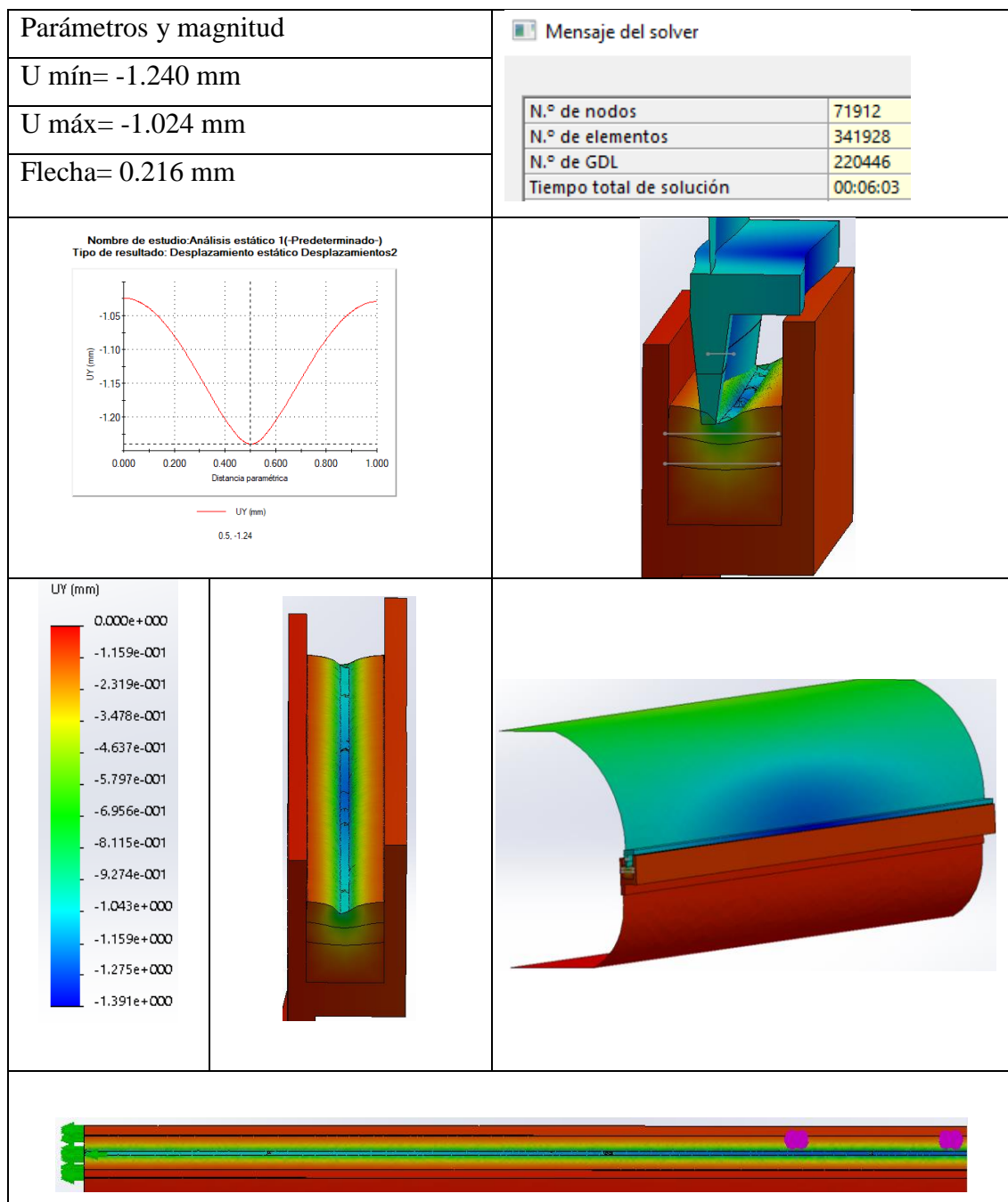
## 2.10 Casos variando el Módulo Elástico del Difusor

### 2.10.1 Módulo elástico del difusor 25% menos

- Descripción**

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos**

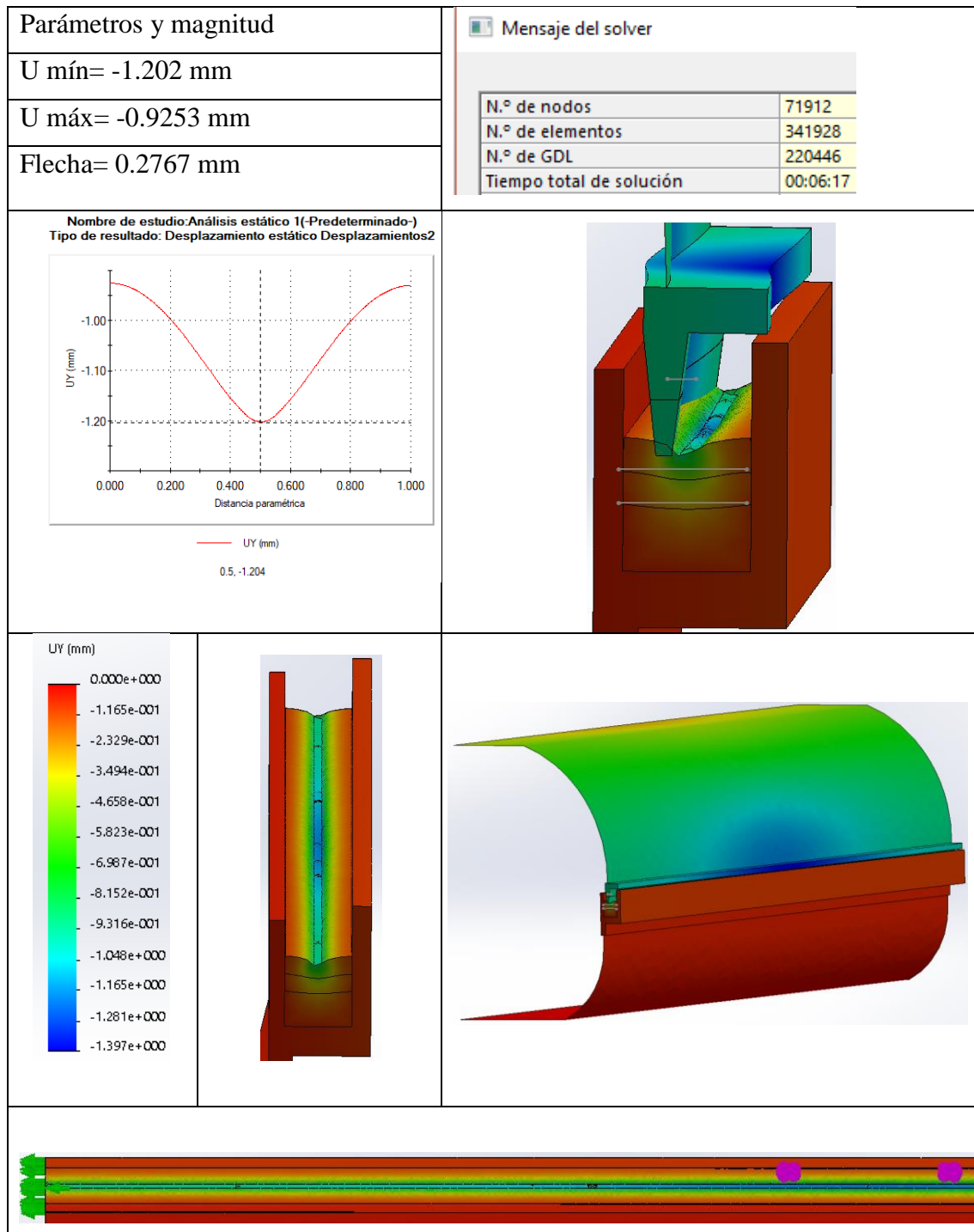


## 2.10.2 Módulo elástico del difusor 50% menos

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos

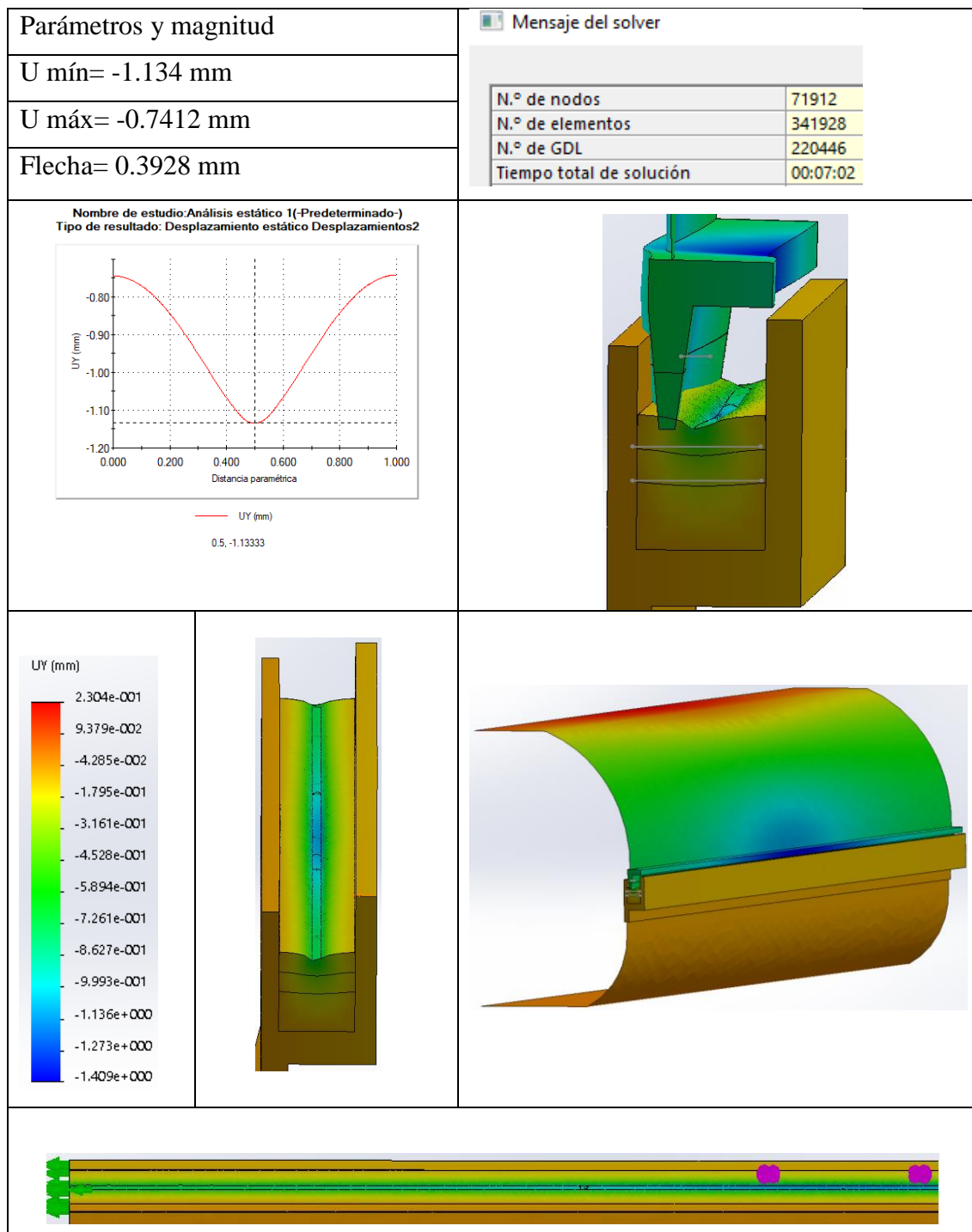


### 2.10.3 Módulo elástico del difusor 75% menos

- Descripción**

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

- Desplazamientos**

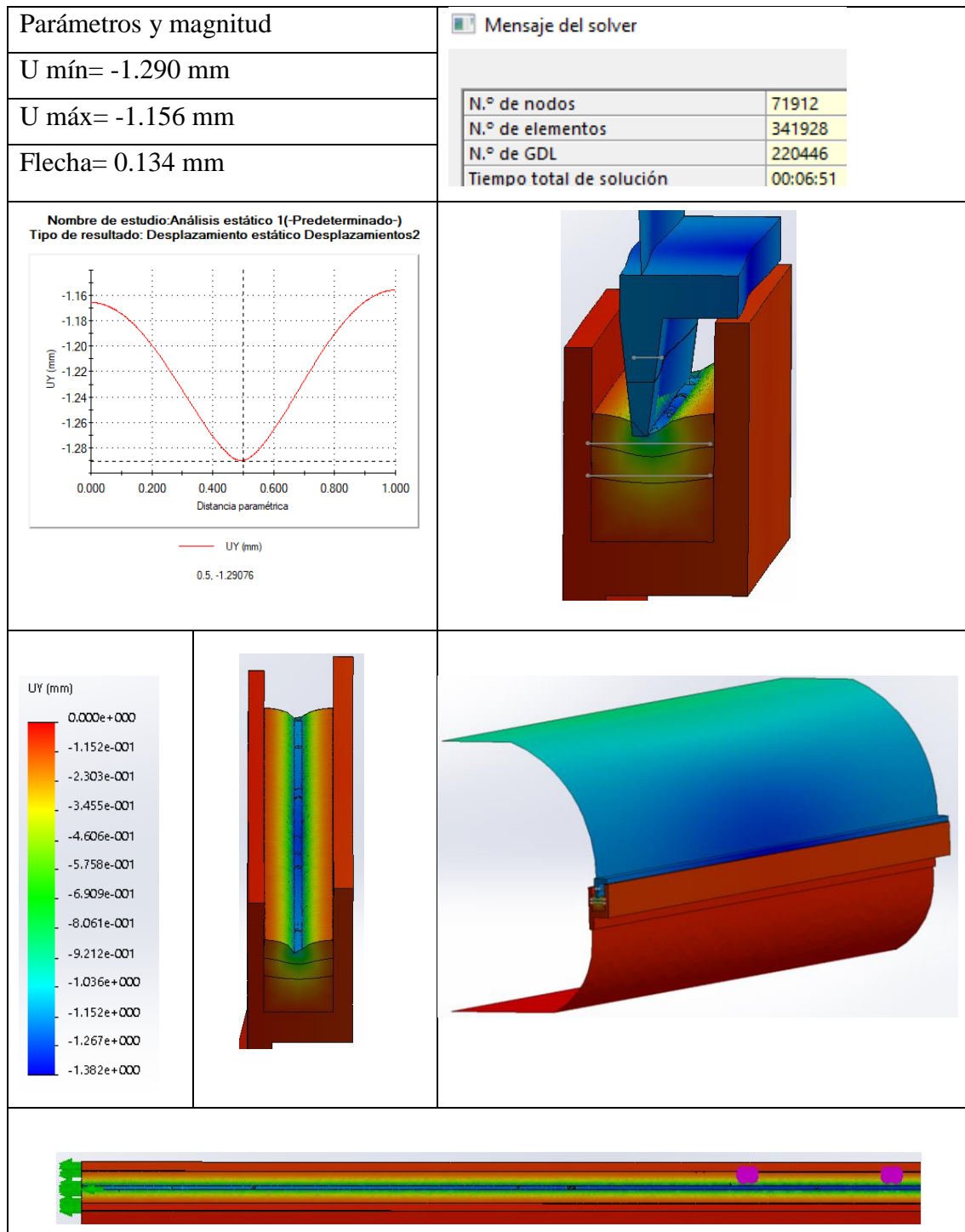


## 2.10.4 Módulo elástico del difusor 50% más

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos



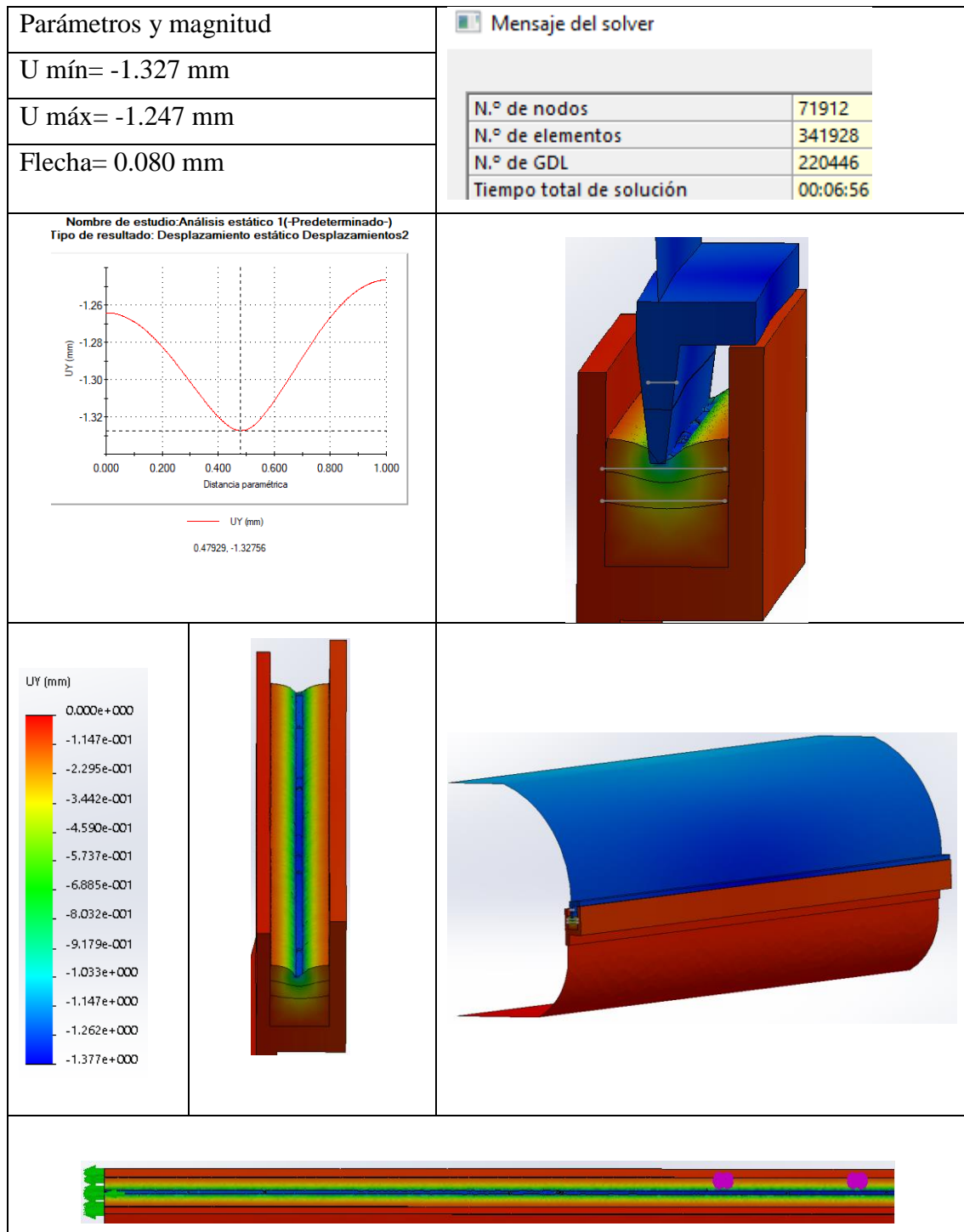


## 2.10.6 Módulo elástico del difusor 3 veces mayor

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos

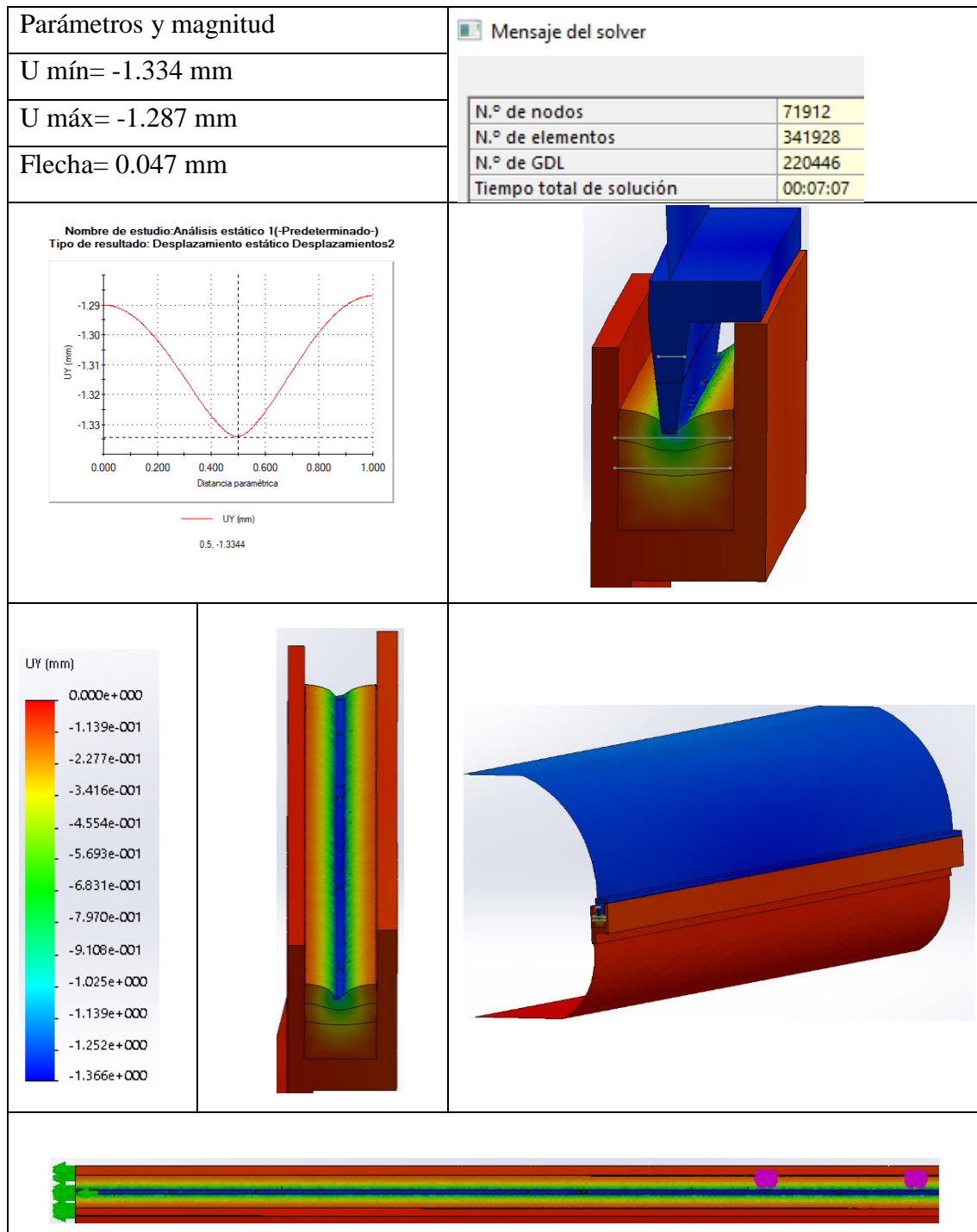


## 2.10.7 Módulo elástico del difusor 5 veces mayor

### • Descripción

Cálculo y estudio de los desplazamientos producidos en el eje Y en el contacto junta-difusor debido a una carga de 30N producida por un clip de cierre. Considerando el apoyo del clip sobre el difusor en una única zona continua de 1x 28.8mm.

### • Desplazamientos



### 3. Modelo de cálculo simplificado en Excel

A continuación se observan modelos de cálculo simplificado en hojas Excel para diferentes casos seleccionados

### 3.1 Caso 1.3 simplificado

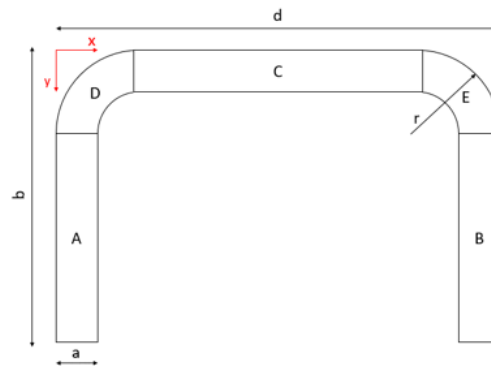
#### CÁLCULO SIMPLIFICADO DE FLECHA EN DIFUSOR DE LUMINARIA

##### DATOS

d	129,00	mm
b	53,28	mm
e	2,00	mm
r	53,00	mm

##### CENTRO DE GRAVEDAD

x	64,50	mm
---	-------	----



##### INERCIA EN Y

	Área mm <sup>2</sup>	CG_x mm	I'x' mm <sup>4</sup>	I'y' mm <sup>4</sup>	I'y mm <sup>4</sup>	Steiner mm <sup>4</sup>	Total mm <sup>4</sup>
A	0,56	1,00			1,87E-01	2,26E+03	2,26E+03
B	0,56	128,00			1,87E-01	2,26E+03	2,26E+03
C	46,00	64,50			2,03E+03	0,00E+00	2,03E+03
D	163,36	19,26	3,83E+05	8,50E+04	2,11E+05	3,34E+05	5,45E+05
E	163,36	109,74	3,83E+05	8,50E+04	3,31E+05	3,34E+05	6,65E+05
TOTAL							1,22E+06 mm <sup>4</sup>

##### RESULTADOS

Inercia en Y	1,22E+06	mm <sup>4</sup>
--------------	----------	-----------------

	Caso 1.3	Unidades
d	129	mm
b	53,28	mm
e	2	mm
r	53	mm
E	3E+09	Mpa
Fuerza	30	N
Distancia entre clips	0,2648	m
Presion	113,293	N/m
Inercia	6,08E+05	mm <sup>4</sup>
Inercia	6,08E-07	m <sup>4</sup>
Flecha Difusor	7,95E-07	m
Flecha Difusor	0,00079	mm
Factor de ajuste	223,7	-
Flecha Difusor Adecuada a SolidWorks	0,17783	mm

### 3.2 Caso 2.1 simplificado

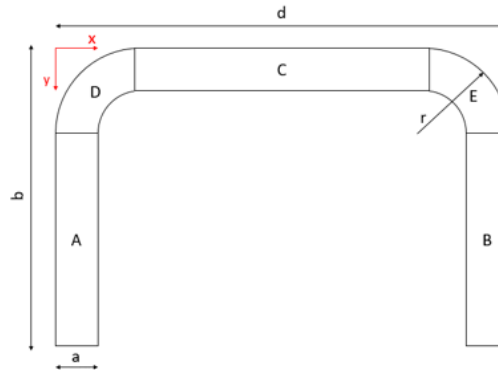
#### CÁLCULO SIMPLIFICADO DE FLECHA EN DIFUSOR DE LUMINARIA

##### DATOS

d	129,00	mm
b	53,28	mm
e	2,00	mm
r	53,00	mm

##### CENTRO DE GRAVEDAD

x	64,50	mm
---	-------	----



##### INERCIA EN Y

	Área mm <sup>2</sup>	CG_x mm	I'x' mm <sup>4</sup>	I'y' mm <sup>4</sup>	I'y mm <sup>4</sup>	Steiner mm <sup>4</sup>	Total mm <sup>4</sup>
A	0,56	1,00			1,87E-01	2,26E+03	2,26E+03
B	0,56	128,00			1,87E-01	2,26E+03	2,26E+03
C	46,00	64,50			2,03E+03	0,00E+00	2,03E+03
D	163,36	19,26	3,83E+05	8,50E+04	2,11E+05	3,34E+05	5,45E+05
E	163,36	109,74	3,83E+05	8,50E+04	3,31E+05	3,34E+05	6,65E+05
						<b>TOTAL</b>	<b>1,22E+06 mm<sup>4</sup></b>

##### RESULTADOS

Inercia en Y	1,22E+06	mm <sup>4</sup>
--------------	----------	-----------------

	Caso 2.1	Unidades
d	129	mm
b	53,28	mm
e	2	mm
r	53	mm
E	3E+09	Mpa
Fuerza	40	N
Distancia entre clips	0,2648	m
Presion	151,057	N/m
Inercia	6,08E+05	mm <sup>4</sup>
Inercia	6,08E-07	m <sup>4</sup>
Flecha Difusor	1,06E-06	m
Flecha Difusor	0,00106	mm
Factor de ajuste	223,7	-
Flecha Difusor Adecuada a SolidWorks	0,2371	mm

La flecha del nervio del difusor en SolidWorks es 0.174mm. No coincide utilizando el mismo factor de ajuste que en el caso de partida 1.3

### 3.3 Caso 3.4 simplificado

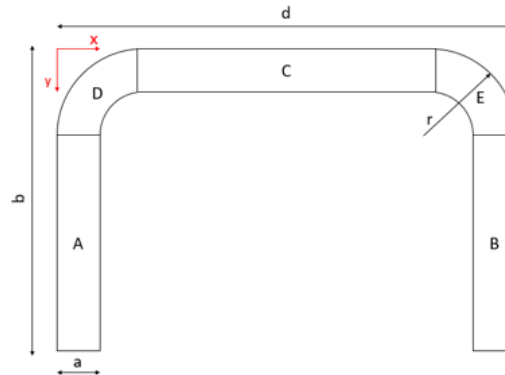
#### CÁLCULO SIMPLIFICADO DE FLECHA EN DIFUSOR DE LUMINARIA

##### DATOS

d	129,00	mm
b	78,90	mm
e	2,00	mm
r	53,00	mm

##### CENTRO DE GRAVEDAD

x	64,50	mm
---	-------	----



##### INERCIA EN Y

	Área mm <sup>2</sup>	CG_x mm	I'x' mm <sup>4</sup>	I'y' mm <sup>4</sup>	I'y mm <sup>4</sup>	Steiner mm <sup>4</sup>	Total mm <sup>4</sup>
A	51,80	1,00			1,73E+01	2,09E+05	2,09E+05
B	51,80	128,00			1,73E+01	2,09E+05	2,09E+05
C	46,00	64,50			2,03E+03	0,00E+00	2,03E+03
D	163,36	19,26	3,83E+05	8,50E+04	2,11E+05	3,34E+05	5,45E+05
E	163,36	109,74	3,83E+05	8,50E+04	3,31E+05	3,34E+05	6,65E+05
TOTAL							1,63E+06 mm <sup>4</sup>

##### RESULTADOS

Inercia en Y	1,63E+06	mm <sup>4</sup>
--------------	----------	-----------------

	Caso 3.4	Unidades
d	129	mm
b	78,9	mm
e	2	mm
r	53	mm
E	3E+09	Mpa
Fuerza	30	N
Distancia entre clips	0,2648	m
Presion	113,293	N/m
Inercia	8,15E+05	mm <sup>4</sup>
Inercia	8,15E-07	m <sup>4</sup>
Flecha Difusor	5,93E-07	m
Flecha Difusor	0,00059	mm
Factor de ajuste	49,55	-
Flecha Difusor Adecuada a SolidWorks	0,0294	mm

En este caso se ha probado a variar el parámetro para que coincida con la flecha de SolidWorks y como se observa es muy diferente del utilizado en el caso de partida 1.3

### 3.4 Caso 5.3 simplificado

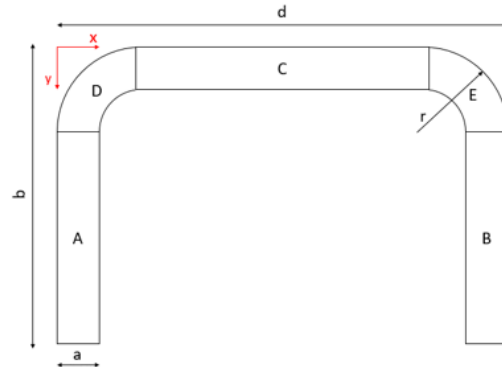
#### CÁLCULO SIMPLIFICADO DE FLECHA EN DIFUSOR DE LUMINARIA

##### DATOS

d	193,50	mm
b	53,28	mm
e	2,00	mm
r	53,00	mm

##### CENTRO DE GRAVEDAD

x	96,75	mm
---	-------	----



##### INERCIA EN Y

	Área mm <sup>2</sup>	CG_x mm	I'x' mm <sup>4</sup>	I'y' mm <sup>4</sup>	I'y mm <sup>4</sup>	Steiner mm <sup>4</sup>	Total mm <sup>4</sup>
A	0,56	1,00			1,87E-01	5,13E+03	5,13E+03
B	0,56	192,50			1,87E-01	5,13E+03	5,13E+03
C	175,00	96,75			1,12E+05	0,00E+00	1,12E+05
D	163,36	19,26	3,83E+05	8,50E+04	2,11E+05	9,81E+05	1,19E+06
E	163,36	174,24	3,83E+05	8,50E+04	3,31E+05	9,81E+05	1,31E+06
TOTAL							2,63E+06 mm <sup>4</sup>

##### RESULTADOS

Inercia en Y	2,63E+06	mm <sup>4</sup>
--------------	----------	-----------------

	Caso 5.3	Unidades
d	193,5	mm
b	53,28	mm
e	2	mm
r	53	mm
E	3E+09	Mpa
Fuerza	30	N
Distancia entre clips	0,2648	m
Presion	113,293	N/m
Inercia	1,31E+06	mm <sup>4</sup>
Inercia	1,31E-06	m <sup>4</sup>
Flecha Difusor	3,68E-07	m
Flecha Difusor	0,00037	mm
Factor de ajuste	469,7	-
Flecha Difusor Adecuada a SolidWorks	0,17303	mm

Nuevamente, se ha probado a variar el parámetro para que coincida con la flecha de SolidWorks y como se observa es muy diferente del utilizado en el caso de partida 1.3

### 3.5 Caso 7.2 simplificado

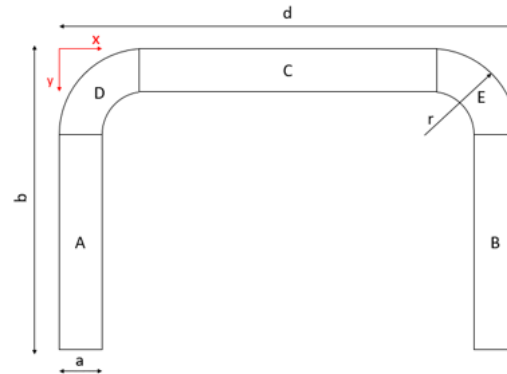
#### CÁLCULO SIMPLIFICADO DE FLECHA EN DIFUSOR DE LUMINARIA

##### DATOS

d	129,00	mm
b	53,28	mm
e	2,00	mm
r	53,00	mm

##### CENTRO DE GRAVEDAD

x	64,50	mm
---	-------	----



##### INERCIA EN Y

	Área mm <sup>2</sup>	CG_x mm	I'x' mm <sup>4</sup>	I'y' mm <sup>4</sup>	I'y mm <sup>4</sup>	Steiner mm <sup>4</sup>	Total mm <sup>4</sup>
A	0,56	1,00			1,87E-01	2,26E+03	2,26E+03
B	0,56	128,00			1,87E-01	2,26E+03	2,26E+03
C	46,00	64,50			2,03E+03	0,00E+00	2,03E+03
D	163,36	19,26	3,83E+05	8,50E+04	2,11E+05	3,34E+05	5,45E+05
E	163,36	109,74	3,83E+05	8,50E+04	3,31E+05	3,34E+05	6,65E+05
TOTAL							1,22E+06 mm <sup>4</sup>

##### RESULTADOS

Inercia en Y	1,22E+06	mm <sup>4</sup>
--------------	----------	-----------------

	Caso 7.2	Unidades
d	129	mm
b	53,28	mm
e	2	mm
r	53	mm
E	3E+09	Mpa
Fuerza	30	N
Distancia entre clips	0,1324	m
Presion	226,586	N/m
Inercia	6,08E+05	mm <sup>4</sup>
Inercia	6,08E-07	m <sup>4</sup>
Flecha Difusor	9,94E-08	m
Flecha Difusor	9,9E-05	mm
Factor de ajuste	223,7	-
Flecha Difusor Adecuada a SolidWorks	0,02223	mm

En este caso se puede observar que la flecha obtenida, manteniendo el factor de ajuste del caso de partida 1.3, sí que es similar a la del modelo equivalente en SolidWorks.

### 3.6 Caso 10.6 simplificado

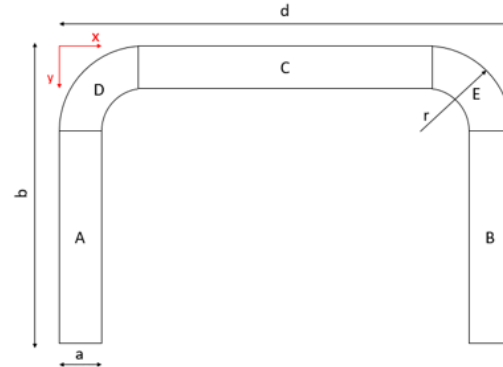
#### CÁLCULO SIMPLIFICADO DE FLECHA EN DIFUSOR DE LUMINARIA

##### DATOS

d	129,00	mm
b	53,28	mm
e	2,00	mm
r	53,00	mm

##### CENTRO DE GRAVEDAD

x	64,50	mm
---	-------	----



##### INERCIA EN Y

	Área mm <sup>2</sup>	CG_x mm	I'x' mm <sup>4</sup>	I'y' mm <sup>4</sup>	I'y mm <sup>4</sup>	Steiner mm <sup>4</sup>	Total mm <sup>4</sup>
A	0,56	1,00			1,87E-01	2,26E+03	2,26E+03
B	0,56	128,00			1,87E-01	2,26E+03	2,26E+03
C	46,00	64,50			2,03E+03	0,00E+00	2,03E+03
D	163,36	19,26	3,83E+05	8,50E+04	2,11E+05	3,34E+05	5,45E+05
E	163,36	109,74	3,83E+05	8,50E+04	3,31E+05	3,34E+05	6,65E+05
TOTAL							1,22E+06 mm <sup>4</sup>

##### RESULTADOS

Inercia en Y	1,22E+06	mm <sup>4</sup>
--------------	----------	-----------------

	Caso 10.6	Unidades
d	129	mm
b	53,28	mm
e	2	mm
r	53	mm
E	9E+09	Mpa
Fuerza	30	N
Distancia entre clips	0,2648	m
Presion	113,293	N/m
Inercia	6,08E+05	mm <sup>4</sup>
Inercia	6,08E-07	m <sup>4</sup>
Flecha Difusor	2,65E-07	m
Flecha Difusor	0,00026	mm
Factor de ajuste	223,7	-
Flecha Difusor Adecuda a SolidWorks	0,05928	mm

Nuevamente , se observa que utilizando el mismo factor de ajuste que en el caso de partida 1.3 ,la flecha no es la misma que la obtenida mediante SolidWorks.

## 4. Grados de protección IP

A continuación, se pretende dar una explicación acerca del significado del sistema de clasificación establecido por los códigos IP.

### 4.1 Definiciones

**Envolvente:** Es el elemento que proporciona la protección del material contra las influencias externas y en cualquier dirección, la protección contra los contactos indirectos.

Esta definición, que se ha extraído del Vocabulario Electrotécnico Internacional, necesita alguna aclaración antes de aplicarla para la explicación de los grados de protección.

Las envolventes proporcionan también la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas y la protección del material contra los efectos nocivos de los impactos mecánicos. Se considerará parte de dicha envolvente, todo accesorio o tapa que sea solidario con o forme parte de ella y que impida o limite la penetración de objetos en la envolvente, salvo que sea posible quitar las tapas sin la ayuda de una herramienta o llave.

**Grado de protección:** El nivel de protección proporcionado por una envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua o contra los impactos mecánicos exteriores, y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados.

Existen dos tipos de grados de proyección y cada uno de ellos, tiene un sistema de codificación diferente, el Código IP y el Código IK. Los tres primeros epígrafes anteriores estarían contemplados en el código IP y el último en el código IK.

Cada uno de estos códigos se encuentran descritos en una norma, en las que además se indican la forma de realizar los ensayos para su verificación:

- Código IP: UNE 20324, que es equivalente a la norma europea EN 60529.
- Código IK: UNE-EN 50102.

### 4.2 Código IP

Es un sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección. Este código IP está formado por dos números de una cifra cada uno, situados inmediatamente después de las letras “IP” y que son independientes uno del otro.

- El número que va en primer lugar, normalmente denominado como “primera cifra característica”. Indica la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas (típicamente partes bajo tensión o piezas en movimiento que no sean ejes rotativos y análogos), limitando o impidiendo la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona y, garantizando simultáneamente, la protección del equipo contra la penetración de cuerpos sólidos extraños.

La primera cifra característica esta graduada desde 0 (cero) hasta 6 (seis) y a medida que va aumentando el valor de dicha cifra, este indica que el cuerpo sólido que la envolvente deja penetrar es menor.

Tabla 1- Grados de protección indicados por la primera cifra característica.

CIFRA	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Indicación breve sobre los objetos que no deben penetrar en la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 50mm
2	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12mm
3	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 2.5mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 2.5mm
4	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 1mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 1mm
5	Protegida contra la penetración de polvo	No se impide totalmente la entrada de polvo, pero sin que el polvo entre en cantidad suficiente que llegue a perjudicar el funcionamiento satisfactorio del equipo.
6	Totalmente estanco al polvo	Ninguna entrada de polvo

- El número que va en segundo lugar, normalmente denominado como “segunda cifra característica”, indica la protección del equipo en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales debidos a la penetración de agua.

La segunda cifra característica esta graduada de forma similar a la primera, desde 0 (cero) hasta 8 (ocho). A medida que va aumentando su valor, la cantidad de agua que intenta penetrar en el interior de la envolvente es mayor y también se proyecta en más direcciones (cifra 1 caída de gotas en vertical y cifra 4 proyección de agua en todas direcciones).

Tabla 2- Grados de protección indicados por la segunda cifra característica.

CIFRA	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Indicación breve sobre los objetos que no deben penetrar en la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	La caída vertical de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación de 15°	Las caídas verticales de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales cuando la envolvente esta inclinada hasta 15° con respecto a la posición normal
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	El agua pulverizada de lluvia que cae en una dirección que forma un ángulo de hasta 60° con la vertical, no deberá tener efectos perjudiciales
4	Protegida contra las proyecciones de agua	El agua proyectada en todas las direcciones sobre la envolvente no deberá tener efectos perjudiciales
5	Protegida contra los chorros de agua	El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas las direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales.
6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa	Bajo los efectos de fuertes chorros con mar gruesa, el agua no deberá penetrar en la envolvente en cantidades perjudiciales
7	Protegida contra los efectos de la inmersión	Cuando se sumerge la envolvente en agua en unas condiciones de presión y con una duración determinada, no deberá ser posible la penetración de agua en el interior de la envolvente en cantidades perjudiciales
8	Protegida contra la inmersión prolongada	El equipo es adecuado para la inmersión prolongada en agua bajo las condiciones específicas por el fabricante.  NOTA- Esto significa normalmente que el equipo es rigurosamente estanco. No obstante, para ciertos tipos de equipos, esto puede significar que el agua pueda penetrar pero solo de manera que no produzca efectos perjudiciales.
Los procedimientos especializados de limpieza no están cubiertos por los grados de protección IP. Se recomienda que los fabricantes suministren, si es necesario, una adecuada información en lo referente a los procedimientos de limpieza. Esto está de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la CEI 60529 para los procedimientos de limpieza especiales.		

- Adicionalmente, de forma opcional, y con objeto de proporcionar información suplementaria sobre el grado de protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas, puede complementarse el código IP con una letra colocada inmediatamente después de las dos cifras características. Estas letras adicionales, (A, B, C o D), a diferencia que la primera cifra característica que proporciona información de cómo la envolvente previene la penetración de cuerpos sólidos, proporcionan información sobre la accesibilidad de determinados objetos o partes del cuerpo a las partes peligrosas en el interior de la envolvente.

Tabla 3- Descripción de la protección proporcionada por las letras adicionales.









Letra	La envolvente impide la accesibilidad a partes peligrosas con:
A	Una gran superficie del cuerpo humano tal como la mano (pero no impide una penetración deliberada). Prueba con: Esfera de 50mm.
B	Los dedos u objetos análogos que no excedan en una longitud de 80mm. Prueba con: Dedo de D=12mm y L=80mm
C	Herramientas, alambres, etc., con diámetro o espesor superior a 2.5mm Prueba con: Varilla de D=2.5mm y L=100mm
D	Alambres o cintas con un espesor superior a 1mm, Prueba con: Varilla de D= 1mm y L= 100mm

En ocasiones, algunas envolventes no tienen especificada una cifra características, bien porque no es necesaria para una aplicación concreta, o bien porque no ha sido ensayada en ese aspecto. En este caso, la cifra característica correspondiente se sustituye por una “X”, como por ejemplo, IP2X, que indica que la envolvente proporciona una determinada protección contra la penetración del agua.

Puede darse el caso que una determinada envolvente proporcione dos grados de protección diferentes en función de la posición de montaje de la misma. Si este fuera el caso, siempre deberá indicarse este aspecto en las instrucciones que suministre el fabricante.

El marcado del grado de protección IP en las envolventes suele ser adoptar la forma de las mismas cifras, por ejemplo “IP 54”. No obstante, en algunas ocasiones las cifras características pueden sustituirse por símbolos como se indica en la tabla 4 siguiente.

Tabla 4- Símbolos utilizados normalmente para los grados de protección.

Primera cifra	IP5X		Malla sin recuadro
	IP6X		Malla con recuadro
Segunda cifra	IPX1		Una gota
	IPX3		Una gota dentro de un cuadrado
	IPX4		Una gota dentro de un triángulo
	IPX5		Dos gotas, cada una dentro de un triángulo
	IPX7		Dos gotas
	IPX8		Dos gotas seguidas de una indicación de la profundidad máxima de inmersión en metros
NOTA: Los grados de protección no incluidos en esta tabla no tienen símbolo para su representación.			

Obtenido de pdf del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Guía-BT-Anexo 1.