

ANEXOS

ANEXO A. Hojas técnicas de los elementos de la impresora

En este anexo se encuentra las siguientes hojas técnicas sobre los elementos descritos en el capítulo 3:

1. Hoja técnica Sylgard 184.
2. Hoja técnica politetrafluoroetileno (teflón).
3. Hoja técnica plexiglás.
4. Extracto del manual de funcionamiento del proyector Acer x1311kw en el que se detallan las características de dicho proyector.

Product Information

Solar

DOW CORNING

Sylgard® 184 Silicone Elastomer

FEATURES

- Transparent
- Cures to flexible elastomer
- Constant cure rate, regardless of sectional thickness or degree of confinement
- Service range of -45 to 200°C (-49 to 392°F)
- No post cure required
- Two part, 10:1 mix
- RT/HA cure
- Minimal shrinkage
- No exotherm during cure
- No solvents or cure byproducts
- Repairable
- Good dielectric properties
- Deep section cure
- UL 94 V1, V0
- UL RTI 130°C (266°F)

COMPOSITION

- Two-part silicone elastomer supplied as flowable liquid

Two-part silicone that cures to a flexible elastomer for protection of electrical and electronic devices in solar applications

APPLICATIONS

- Protection of electrical/electronic devices.
- General potting applications including power supplies, connectors, sensors, industrial controls, transformers, amplifiers, high voltage resistor packs, and relays; adhesive/encapsulant for solar cells.

TYPICAL PROPERTIES

Specification Writers: Please contact your local Dow Corning sales office or your Global Dow Corning contact before writing specifications on this product.

Test	Unit	Result
Mix Ratio		10:1
Color		Clear
Viscosity	centipoise or mPa.s	3900
Durometer, Shore A		50
Specific Gravity		1.03
Working Time at RT	min	>2 hours
Thermal Conductivity	Watt/meter-°K	0.2
	cal/cm-sec °C	4.3 x 10 ⁻⁴
Linear Coefficient of Thermal Expansion	µm/m-°C or ppm	310
UL Flammability Classification		94 V1, V0
UL Temperature Index, Electrical/ Mechanical	°C	130/130
Dielectric Strength	volts/mil	540
	kV/mm	21.2
Dielectric Constant at 100 Hz		2.7
Dielectric Constant at 100 kHz		2.7
Volume Resistivity	ohm-cm	1.2 x 10 ¹⁴
Dissipation Factor at 100 Hz		<0.001
Dissipation Factor at 100 kHz		<0.001

DESCRIPTION

Sylgard® 184 Silicone Elastomer is supplied as two-part liquid component kits comprised of Part A/Part B to be mixed in a 10:1 ratio by weight or volume. It is suitable for manual mixing or automated mixing and dispensing.

When liquid components are thoroughly mixed, the mixture cures to a flexible elastomer, which is suited for the protection of electrical/electronic devices in solar applications.

HOW TO USE

Mixing

Sylgard 184 Silicone Elastomer is supplied in two parts as lot-matched base and curing agent that are mixed in a ratio of 10 parts base to one part curing agent, by weight. For further information, consult your local Dow Corning representative.

Pot Life/Working Time

Cure reaction begins with the mixing process. Initially, cure is evidenced by a gradual increase in viscosity, followed by gelation and conversion

to a solid elastomer. Pot life is defined as the time required for viscosity to double after Parts A and B (base and curing agent) are mixed. *Sylgard* 184 Silicone Elastomer has a pot life of >2 hours.

Processing and Curing

Thoroughly mixed *Sylgard* 184 Silicone Elastomer may be poured/dispensed directly into the container in which it is to be cured. Care should be taken to minimize air entrapment. When practical, pouring/dispensing should be done under vacuum, particularly if the component being potted or encapsulated has many small voids. If this technique cannot be used, the unit should be evacuated after the silicone encapsulant has been poured/dispensed.

Sylgard 184 Silicone Elastomer may be either room temperature (25°C/77°F) or heat cured following this schedule:

~48 hours at room temperature
45 minutes at 100°C (212°F)
20 minutes at 125°C (257°F)
10 minutes at 150°C (302°F)

These data are believed to be typical and should be used as initial estimates of cure times. Times will vary slightly from batch to batch and can be longer or shorter due to thermal mass of your parts and your heating ramp rate. Pretesting is recommended to confirm adequate cure for your application.

Sylgard 184 Silicone Elastomer can be placed in service immediately following the completion of the cure schedule. No post cure is required.

SURFACE PREPARATION

In applications requiring adhesion, priming is required. For best results, the primer should be applied in a very thin, uniform coating and then wiped off after application. The surface should be thoroughly air-dried prior to application of the silicone elastomer. Instructions for primer usage can be found in the Dow Corning literature, "How To Use *Dow Corning* Primers and Adhesion Promoters" (Form No. 10-366) and in the information sheets specific to the individual primers.

USEFUL TEMPERATURE RANGES

For most uses, *Sylgard* 184 Silicone Elastomer should be operational over a temperature range of -45 to 200°C (-49 to 392°F) for long periods of time. However, at both the low and high temperature ends of the spectrum, behavior of the materials and performance in particular applications can become more complex and require additional considerations.

For low-temperature performance, thermal cycling to conditions such as -55°C (-67°F) may be possible, but performance should be verified for your parts or assemblies. Factors that may influence performance are configuration and stress sensitivity of components, cooling rates and hold times, and prior temperature history.

At the high-temperature end, the durability of the cured silicone elastomer is time- and temperature-dependent. As expected, the higher the temperature, the shorter the time the material will remain usable.

COMPATIBILITY

Certain materials, chemicals, curing agents, and plasticizers can inhibit the cure of *Sylgard* 184 Silicone Elastomer. Most notable of these include:

- Organotin and other organometallic compounds
- Silicone rubber containing organotin catalyst
- Sulfur, polysulfides, polysulfones, or other sulfur-containing materials
- Amines, urethanes, or amine-containing materials
- Unsaturated hydrocarbon plasticizers
- Some solder flux residues

If a substrate or material is questionable with respect to potentially causing inhibition of cure, it is recommended that a small-scale compatibility test be run to ascertain suitability in a given application. The presence of liquid or uncured product at the interface between the questionable substrate and the cured gel indicates incompatibility and inhibition of cure.

HANDLING PRECAUTIONS

PRODUCT SAFETY INFORMATION REQUIRED FOR SAFE USE IS NOT INCLUDED IN THIS DOCUMENT. BEFORE HANDLING, READ PRODUCT AND MATERIAL SAFETY DATA SHEETS AND CONTAINER LABELS FOR SAFE USE, PHYSICAL, AND HEALTH HAZARD INFORMATION. THE MATERIAL SAFETY DATA SHEET IS AVAILABLE ON THE DOW CORNING WEBSITE AT WWW.DOWCORNING.COM, OR FROM YOUR DOW CORNING REPRESENTATIVE, OR DISTRIBUTOR, OR BY CALLING YOUR GLOBAL DOW CORNING CONNECTION.

USABLE LIFE AND STORAGE

Sylgard 184 Silicone Elastomer has a shelf life of 24 months from date of manufacture at room temperature.

For best results, *Sylgard* 184 Silicone Elastomer should be stored at or below 25°C (77°F). Special precautions must be taken to prevent moisture from contacting this material. Containers should be kept tightly closed and head or air space minimized. Partially filled containers should be purged with dry air or other gases, such as nitrogen.

PACKAGING

Sylgard 184 Silicone Elastomer is supplied in nominal 0.45-, 3.6-, 18- and 200-kg (1-, 8-, 40- and 440-lb) containers, net weight. Packaging options may vary.

Consult Dow Corning Customer Service at (989) 496-6000 for additional packaging options.

LIMITATIONS

This product is neither tested nor represented as suitable for medical or pharmaceutical uses.

HEALTH AND ENVIRONMENTAL INFORMATION

To support customers in their product safety needs, Dow Corning has an extensive Product Stewardship organ-

ization and a team of Product Safety and Regulatory Compliance (PS&RC) specialists available in each area.

For further information, please see our website, www.dowcorning.com, or consult your local Dow Corning representative.

**LIMITED WARRANTY
INFORMATION – PLEASE
READ CAREFULLY**

The information contained herein is offered in good faith and is believed to be accurate. However, because conditions and methods of use of our products are beyond our control, this

information should not be used in substitution for customer's tests to ensure that Dow Corning's products are safe, effective, and fully satisfactory for the intended end use. Suggestions of use shall not be taken as inducements to infringe any patent.

Dow Corning's sole warranty is that the product will meet the Dow Corning sales specifications in effect at the time of shipment.

Your exclusive remedy for breach of such warranty is limited to refund of purchase price or replacement of any

product shown to be other than as warranted.

**DOW CORNING SPECIFICALLY
DISCLAIMS ANY OTHER
EXPRESS OR IMPLIED WAR-
RANTY OF FITNESS FOR A
PARTICULAR PURPOSE OR
MERCHANTABILITY.**

**DOW CORNING DISCLAIMS
LIABILITY FOR ANY INCIDENT-
AL OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES.**

DuPont FEP

FLUOROCARBON FILM

Properties Bulletin

Description

DuPont FEP film is a transparent, thermoplastic film that can be heat sealed, thermoformed, vacuum formed, heat bonded, welded, metalized, laminated—combined with dozens of other materials, and can also be used as an excellent hot-melt adhesive.

This wide variety of fabrication possibilities combines with the following important properties to offer a unique balance of capabilities not available in any other plastic film.

Chemical Compatibility

- DuPont FEP film is chemically inert and resistant to virtually all chemicals, except molten alkali metals, gaseous fluorine, and certain complex halogenated compounds such as chlorine trifluoride at elevated temperatures and pressures.
- Low permeability to liquids, gases, moisture, and organic vapors

Electrical Reliability

- Superior reliability and retention of properties over large areas of film
- High dielectric strength, over 6500 V/mil for 1 mil film (260 kV/mm for 0.025 mm film)
- No electrical tracking, non-wetting, and non-charring
- Very low power factor and dielectric constant, only slight change over wide ranges of temperature and frequency

Wide Thermal Range

- Continuous service temperature -240 to 205°C (-400 to 400°F)
- Melting range 250 to 280°C (500 to 540°F)
- Heat sealable

Mechanical Toughness

- Superior anti-stick and low frictional properties
- High resistance to impact and tearing
- Useful physical properties at cryogenic temperatures

Long Time Weatherability*

- Inert to outdoor exposure; no measurable change after 20 years in Florida
- High transmittance of ultraviolet and all but far infrared radiation

Reliability

- DuPont FEP film contains no plasticizers or other foreign materials
- Conventional equipment and techniques can be used for processing: basic composition and properties will not be influenced
- Rigid quality control by DuPont ensures uniform gauge, void-free film

The convenience of FEP fluoropolymer in easy-to-use film facilitates the design and fabrication of this low-friction thermoplastic for all sorts of high-performance jobs. It is transparent and can be heat sealed, thermoformed, welded, and heat bonded.

Superior anti-stick properties make it an ideal release film for many applications. A cementable type with an invisible surface treatment is available for bonding to one or both sides with adhesives. This versatility is augmented by the superior properties of a true melt-processible fluorocarbon and by the wide choice of product dimensions available from DuPont.

*Type C film is not recommended for outdoor use



The miracles of science™

Table 1 – Types and Gauges of DuPont FEP Fluorocarbon Film

Gauge	50	100	175	200	300	500	750	1000	2000
Thickness, mil	0.5	1	1.75	2	3	5	7.5	10	20
Thickness, μm	12.5	25	44	50	75	125	190	250	500
Approx. area factor, ft^2/lb	180	90	51	45	30	18	12	9	4.5
Approx. area factor, m^2/kg	36	18	10.3	9	6.4	2.5	2	1.2	0.6
Availability									
Type A - FEP, general-purpose	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Type C - FEP, one side cementable	—	X	X	X	X	X	—	—	—
Type C-20 - FEP, both sides cementable	—	X	—	X	—	X	—	—	—

Note: Each roll of DuPont film is clearly identified as to resin type, film thickness, and film type.

FEP	500	C
Resin type	Film thickness, 500 gauge, 5 mil	Film type, cementable one side

Property Values of DuPont FEP Fluorocarbon Film

		Typical Value ^a	
Property	Test Method	SI Units	English Units
Mechanical			
Tensile Strength at Break	ASTM D-882	21 N/mm ²	3000 psi
Elongation at Break	ASTM D-882	300%	
Yield Point	ASTM D-882	12 MPa	1700 psi
Elastic Modulus	ASTM D-882	480 MPa	70,000 psi
Impact Strength	DuPont pneumatic impact tester	7.7 X 10 ³ J/m	144 ft-lb/in
Folding Endurance (MIT)	ASTM D-2176	10,000 cycles	
Tear Strength—Initial (Graves)	ASTM D-1004	2.65 N	270 g force
Tear Strength—Propagating (Elmendorf)	ASTM D-1922	1.23 N	125 g
Bursting Strength (Mullen)	ASTM D-774	76 kPa	11 psi
Thermal			
Melt Point	ASTM D-3418 (DTA)	260–280°C	500–536°F
Zero Strength Temperature	b	255°C	490°F
Coefficient of Thermal Conductivity	Cenco-Fitch	0.195 W/m×K	1.35 Btu×in/h×ft ² ×°F
Specific Heat	—	1172 J/kg×K	0.28 Btu/lb×°F
Heat Deflection Temperature at 0.46 N/mm2 (66 psi) at 1.82 N/mm2 (264 psi)	ASTM D-648 Tensile Bars	70°C 51°C	158°F 124°F
Dimensional Stability	30 min at 150°C (302°F)	MD = 0.72% expansion TD = 2.2% shrinkage	
Flammability Classification ^c	ANSI/UL 94	VTM-0	
Oxygen Index	ASTM D-2863	95%	

^aFor 0.025 mm (1 mil) film at 25°C (77°F) unless otherwise specified.

^bTemperature at which a film supports a load of 0.14 N/mm² (20 psi) for 5 sec.

^cThis classification rating is not intended to reflect hazards presented by this or any other material under actual fire conditions.

^dSamples melted in arc did not track.

^eTo convert to $\text{cm}^3/100 \text{ in}^2 \times 24 \text{ h} \times \text{atm}$, multiply by 0.0645.

Property Values of DuPont FEP Fluorocarbon Film (continued)

		Typical Value ^a	
Property	Test Method	SI Units	English Units
Electrical			
Dielectric Strength, short-time in air at 23°C (73°F), 6.35 mm (1/4 in) diameter electrode, 0.79 mm (1/32 in) radius 60 Hz, 500 V/s rate of rise: 0.025 mm (1 mil) film 5 mm (20 mil) film	ASTM D-149 Method A	260 kV/mm 70 kV/mm	6500 V/mil 1800 V/mil
Dielectric Constant, 25°C (77°F), 100 Hz to 1 MHz −40 to 225°C (−40 to 437°F), 1000 Hz	ASTM D-150	2.0 2.02–1.93	
Dissipation Factor, 25°C (77°F), 100 Hz to 1 MHz −40 to 225°C (−40 to 437°F), 1000 Hz −40 to 240°C (−40 to 464°F), 1 MHz	ASTM D-150	0.0002–0.0007 0.0002 0.0005	
Volume Resistivity, −40 to 240°C (−40 to 464°F)	ASTM D-257	>1 X 10 ¹⁸ ohm.cm	
Surface Resistivity, −40 to 240°C (−40 to 464°C)	ASTM D-257	>1 X 10 ¹⁶ ohm/sq	
Surface Arc Resistance	ASTM D-495	>165 sec ^d	
Insulation Resistance at 100°C (212°F) at 150°C (302°F) at 200°C (392°F)	Based upon 0.2 MF wound capacitor sections, using single layer, Teflon® 50A Film	350,000 Mohm×μF 250,000 Mohm×μF 65,000 Mohm×μF	
Chemical			
Moisture Absorption	—	< 0.01%	
Weatherability	Continuous exposure in Florida	No adverse effects after 20 yr	
Permeability, Gas: Carbon Dioxide Hydrogen Nitrogen Oxygen	ASTM D-1434	cm ³ /m ² ×24 h×atm ^e 25.9 X 10 ³ 34.1 X 10 ³ 5.0 X 10 ³ 11.6 X 10 ³	
Permeability, Vapors: Acetic Acid Acetone Benzene Carbon Tetrachloride Ethyl Alcohol Hexane Water	ASTM E-96	g/m ² ×d 6.3 14.7 9.9 4.8 10.7 8.7 7.0	g/100 in ² ×24 h 0.41 0.95 0.64 0.31 0.69 0.56 0.40

^aFor 0.025 mm (1 mil) film at 25°C (77°F) unless otherwise specified.

^bTemperature at which a film supports a load of 0.14 N/mm² (20 psi) for 5 sec.

^cThis classification rating is not intended to reflect hazards presented by this or any other material under actual fire conditions.

^dSamples melted in arc did not track.

^eTo convert to cm³/100 in²×24 h×atm, multiply by 0.0645.

DuPont FEP fluoropolymer is chemically inert and solvent-resistant to virtually all chemicals except molten alkali metals, gaseous fluorine, and certain complex halogenated compounds such as chlorine trifluoride at elevated temperatures and pressures.

Property Values of DuPont FEP Fluorocarbon Film (continued)

Property	Test Method	Typical Value ^a	
		SI Units	English Units
Miscellaneous			
Density	ASTM D-1505	2150 kg/m ³	134 lb/ft ³
Coefficient of Friction, Kinetic (Film-to-Steel)	ASTM D-1894	0.1–0.3	
Refractive Index	ASTM D-542	1.341–1.347	
Solar Transmission	ASTM E-424	96%	

For more information call (302) 479-7731

www.teflon.com

DuPont Fluoroproducts

P.O. Box 80713

Wilmington, DE 19880-0713

Europe

DuPont de Nemours Int'l SA
DuPont Fluoroproducts
2, chemin du Pavillon
P.O. Box 50
CH-1218 Le Grand-Saconnex
Geneva, Switzerland

Japan

DuPont Kabushiki Katsha
Arco Tower
8-1, Shimomeguro 1-chome
Meguro-ku, Tokyo 153
Japan
81-3-5434-6139

Asia Pacific

DuPont China Holding Co. Ltd.
Bldg. 11, 399 Keyuan Road
Zhangjiang Hi-Tech Park
Pudong New District
Shanghai, 201203, China
Tel: +86 400 88 51 888

Canada

DuPont Canada, Inc.
DuPont Fluoroproducts
P.O. Box 2200, Streetsville
7070 Mississauga Road
Mississauga, Ontario, Canada
L5M 2H3
(800) 207-0756

South America

DuPont do Brasil S/A
Fluoropolymers
Alameda Itapecuru, 506
06454-080 - Alphaville
P.O. Box 263
Barueri, Sao Paulo, Brazil
0800-171715
Produtos.Brazil@bra.dupont.com

www.teflon.com

Copyright © 2010 DuPont or its affiliates. All rights reserved. The DuPont Oval Logo, DuPont™, The miracles of science™, and Teflon®, are registered trademarks or trademarks of E. I. du Pont de Nemours and Company or its affiliates.

NO PART OF THIS MATERIAL MAY BE REPRODUCED, STORED IN A RETRIEVAL SYSTEM OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS ELECTRONIC, MECHANICAL, PHOTOCOPYING, RECORDING OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF DUPONT.

The data listed herein fall within the normal range of product properties but they should not be used to establish specification limits nor used alone as the basis of design. The DuPont Company assumes no obligation or liability for any advice furnished by it or for results obtained with respect to these products. All such advice is provided gratis and Buyer assumes sole responsibility for results obtained in reliance thereon. DuPont warrants that the material itself does not infringe any United States patent but no license is implied nor is any further patent warranty made.

CAUTION: Do not use in medical applications involving permanent implantation in the human body or contact with internal body fluids or tissues. For other medical applications, see "DuPont Medical Caution Statement," H-50102.



PLEXIGLAS® GS/XT

Product Description



Application Characteristics of PLEXIGLAS®

PLEXIGLAS® GS

cast
absolutely colorless and clear
break-resistant to impact-resistant (PLEXIGLAS® Resist)
unequalled resistance to weathering and aging
high-quality surface and planarity; high-gloss, textured or satin (PLEXIGLAS® Satinice)
solid sheets, blocks, tubes, round and square rods
2 mm to 160 mm solid sheet/block thickness
standard sizes up to 3050 x 2030 mm
over 40 standard color
good resistance to dilute acids and to alkalis limited resistance to organic solvents
very easy to work, similar to hardwood
easy to thermoform over a wide range of conditions
easily and firmly bonded, e.g. with reaction adhesives (e.g. ACRIFIX® 2R 0190, 1R 0192)
burns more or less like hardwood; very little smoke generation; combustion gases are non-toxic and non-corrosive
max. service temperature approx. 80°C

PLEXIGLAS® XT

extruded
absolutely colorless and clear
break-resistant to impact-resistant (PLEXIGLAS® Resist 45-100)
unequalled resistance to weathering and aging
very good surface; high-gloss, textured or satin (PLEXIGLAS® Satinice)
solid sheets, tubes, round rods, multi-skin sheets, corrugated sheets, mirror sheets
1.5 to 25 mm solid sheet thickness, multi-skin sheets 8, 16 and 32 mm thick
standard size 3050 x 2050 mm, extra lengths and special sizes on request
over 20 standard colors
good resistance to dilute acids and to alkalis limited resistance to organic solvents
very easy to work, similar to hardwood
very easy to thermoform under optimal, constant conditions
very easily bonded, also with solvent adhesives (e.g. ACRIFIX® 1S 0116, 1S 0117)
burns more or less like hardwood; very little smoke generation; combustion gases are non-toxic and non-corrosive
max. service temperature approx. 70°C

Survey of PLEXIGLAS® Grades and Relevant Product Groups

PLEXIGLAS® GS

PLEXIGLAS® GS 0F00 (233)

Standard solid sheet grade from 2 to 25 mm thickness, largely UV-absorbing

PLEXIGLAS® GS 0F00 (221, 222)

Standard grade for blocks from 30 mm thickness, UV-absorbing

PLEXIGLAS® GS 0Z09 (209)

UV-absorbing special grade with increased heat deflection temperature and better chemical resistance.

PLEXIGLAS® GS 0Z18 (218)

UV-transmitting special grade for exacting demands (e. g. for optical waveguides).

PLEXIGLAS® GS 0A31 (231)

UV-absorbing special grade for applications requiring high UV protection, as well as for areas with strong sunlight.

PLEXIGLAS® GS 0F32 (232)

Standard grade for tubes, UV-absorbing

PLEXIGLAS® GS 241, 245, 249

Special grades approved for aircraft glazing, UV-absorbing, of high optical quality.

PLEXIGLAS® GS¹⁾ (SUNACTIVE)

UV-transmitting, highly UV-resistant clear and transparent-colored special grades for tanning beds.

PLEXIGLAS® GS Colors

Transparent, translucent, opaque, fluorescent or multicolored standard and special grades.

PLEXIGLAS® Hi-Gloss (MULTICOLOR)

Special solid sheet grades from 9 mm thickness, consisting of two or three transparent, translucent, opaque or fluorescent colored layers, with high-gloss, satin or textured surfaces; for applications with cutouts or decorative edge effects.

PLEXIGLAS® LED (truLED)

UV-absorbing grades in specific colors offers ideal properties especially for backlighting with LEDs, such as maximum transmission and optimum light diffusion.

PLEXIGLAS® LED (EndLighten T)

Transparent, UV-absorbing, „forward-diffusing“ speciality for edge-lit, energy-saving and ultraslim illuminated signs and light objects.

PLEXIGLAS® Resist

Special solid sheet grade with greater impact strength and lower rigidity, with high-gloss or satin surfaces, UV-absorbing, for windshields on two-wheeled vehicles, tradeshow booth construction and store fixtures, protective glazing etc.

PLEXIGLAS® Satinice

Clear and colored standard grades with one (SC) and two (DC) satin surfaces for furniture, displays, illuminated signs and light objects.

PLEXIGLAS® Soundstop GS

UV-absorbing special solid sheet grade, complies with ZTV-Lsw 06, EN 1793 and EN 1794 for noise barriers.

PLEXIGLAS® Soundstop GS CC

UV-absorbing special solid sheet grade with integrated PA threads, complies with ZTV-Lsw 06, EN 1793 and EN 1794 for noise barriers.

PLEXIGLAS® Textures (Struktur)

Standard grades of clear and transparent-colored solid sheets with a textured surface for balcony parapets, decorative glazing and promotional items.

Our group of cast acrylic products furthermore comprises:

PLEXIGLAS® Mineral (PLEXICOR)

Special grades of solid sheets and formed products made from mineral-filled, opaquely colored acrylic material with surface décors; for countertops and items of furniture, tradeshow booths and store fixtures.

PARAPAN®

High-gloss solid acrylic sheets in 18 mm main thickness with special opaque standard and special colors for furniture fronts.

¹⁾ Europ. Patent EP 1 164 633

PLEXIGLAS® XT

PLEXIGLAS® XT 0A000 (20070)

Standard solid sheet grade; largely UV-absorbing

PLEXIGLAS® XT 0A000 (20070 HQ)

High-quality special grade of solid sheets, suitable for mirror coating, largely UV-absorbing.

PLEXIGLAS® UV 100 (Gallery)

Family of UV-absorbing and UV-protecting standard grades for glazing of pictures and exhibits.

PLEXIGLAS® XT 0A370 (24370)

UV-transmitting and highly UV-resistant clear special grade of solid sheet (for conservatories, patios, etc).

PLEXIGLAS® XT 0A770 (24770) (SUNACTIVE)

UV-transmitting, highly UV-resistant clear special grade for tanning bed canopies; thickness max. 3 mm

PLEXIGLAS® XT 0A070 (29070 bzw. 29080)

Standard grades of PLEXIGLAS ALLTOP® SDP 16 double-skin sheets, and of tubes and round rods; UV-transmitting

PLEXIGLAS® XT Colors

Transparent, translucent, opaque, multicoloured or metallic standard and special grades.

PLEXIGLAS® Alltop SP³⁾

Group of multi-skin sheets with a waterdispersing coating on both surfaces and inside the cavities.

PLEXIGLAS® Heatstop XT / SP / WP¹⁾

IR-reflecting standard grades that greatly reduce incident solar radiation of solid sheets, multi-skin sheets with a water-dispersing NO DROP²⁾ coating on one side, and corrugated sheets; for domed and continuous rooflights, patio and conservatory roofs etc.; UV-absorbing

PLEXIGLAS® Hi-Gloss

A noble appearance and special deep-view effect are the characteristics of these high-gloss solid sheets, which are available in various colors and with up-to-the-minute décors.

PLEXIGLAS® LED (EndLighten)

UV-absorbing, „forward-diffusing“ special grade for edge-lit, energy-saving and ultraslim illuminated signs.

PLEXIGLAS® Optical (RP)

Satin, grey-transparent colored special grade made of special molding compound, with specific lighting-engineering performance for rear projection (RP).

PLEXIGLAS® Reflections (MIRROR, RADIANT)

Attractively mirror-coated and reflective solid sheets with a metallic, glossy, matte or rainbow-colored surface.

PLEXIGLAS® Resist⁴⁾ 45, -65, -75, -100

Standard grades of solid sheets with higher, graded impact strength and reduced rigidity, UV-absorbing.

PLEXIGLAS® Resist SP / WP⁵⁾

Groups of multi-skin sheets with higher impact strength, with a water-dispersing NO DROP²⁾ coating on one side, and corrugated sheets; UV-absorbing.

PLEXIGLAS® Satinice

0D010 DF: Sheets, rods and tubes uniformly matte through and through, for light objects and illuminated signs. SC, DC: Clear and colored, coextruded standard grades with one (SC) and two (DC) satin surfaces for picture glazing, furniture, displays, illuminated signs and light objects.

PLEXIGLAS® Soundstop XT⁶⁾

UV-absorbing special grades of solid sheet, in accordance with ZTV-Lsw 06, EN 1793 and EN 1794 for noise barriers

PLEXIGLAS® Textures (Textured)

Solid sheets with a variety of classical surface textures, combined with trendy colors or a rainbow effect.

¹⁾ Europ. Patent EP 548 822

²⁾ Europ. Patent EP 149 182

³⁾ Europ. Patent EP 530 617

⁴⁾ Europ. Patent EP 776 931

⁵⁾ Europ. Patent EP 733 754

⁶⁾ Europ. Patent EP 600 332

Typical Property Values (at 23 °C and 50% relative humidity)

Mechanical properties

	PLEXIGLAS® GS 0F00; 0F00; 0Z09 (233; 222; 209)	PLEXIGLAS® XT 0A000; 0A070 (20070; 29070)	PLEXIGLAS® Resist 45; 65; 75; 100	Unit	Teststandard
Density ρ	1.19	1.19	1.19	g/cm ³	ISO 1183
Impact strength a_{cu} (Charpy)	15	15	45; 65; 75; no break	kJ/m ²	ISO 179/1fu
Notched impact strength a_{IN} (Izod)	1.6	1.6	2.5; 4.5; 6.0; 6.5	kJ/m ²	ISO 180/1 A
Notched impact strength a_{cN} (Charpy)	–	–	3.5; 6.5; 7.5; 8.0	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Tensile strength σ_M				MPa	ISO 527-2/1B/5
–40 °C	110	100	–		
23 °C	80	72	60; 50; 45; 40		
70 °C	40	35	–		
Elongation at break ε_B	5.5	4.5	–	%	ISO 527-2/1B/5
Nominal elongation at break ε_{tB}	–	–	10; 15; 20; 25	%	ISO 527-2/1B/50
Flexural strength σ_{bb} Standard test specimen (80 x 10 x 4 mm³)	115	105	95; 85; 77; 69	MPa	ISO 178
Compressive yield stress σ_{dF}	110	103	–	MPa	ISO 604
Max. safety stress $\sigma_{zul.}$ (up to 40 °C)	5–10	5–10	5–10	MPa	–
Modulus of elasticity E_t (short-term value)	3300	3300	2700; 2200; 2000; 1800	MPa	ISO 527-2/1B/1
Min. cold bending radius	330 x thickness	330 x thickness	270 x thickness; 210 x thickness; 180 x thickness; 150 x thickness	–	–
Dynamic shear modulus G at approx. 10 Hz	1700	1700	–	MPa	ISO 537
Indentation hardness $H_{961/30}$	175	175	145; 130; 120; 100	MPa	ISO 2039-1
Abrasion resistance in Taber abrader test (100 rev.; 5,4 N; CS-10F)	20–30	20–30	20–30; 30–40; 30–40; 30–40;	% Haze	ISO 9352
Coefficient of friction μ				–	–
plastic / plastic	0.8	0.8	–		
plastic / steel	0.5	0.5	–		
steel / plastic	0.45	0.45	–		
Poisson's ratio μ_b (dilatation speed of 5 % per min; up to 2 % dilatation; at 23 °C)	0.37	0.37	0.41; 0.42, 0.41; 0.43	–	ISO 527-1
Resistance to puck impact from thickness (Test Certificate No. from FMFA Stuttgart)	–	12 mm (46/900 549)	–; 6 ¹⁾ ; (6); 6 ²⁾ mm (¹⁾ 46/901 869/ Sm/C; (²⁾ 46/901 870/Sm/C)	–	similar to DIN 18 032, Part 3

Thermal properties

	PLEXIGLAS® GS 0F00; 0F00; 0Z09 (233; 222; 209)	PLEXIGLAS® XT 0A000; 0A070 (20070; 29070)	PLEXIGLAS® Resist 45; 65; 75; 100	Unit	Teststandard
Coefficient of linear thermal expansion α for 0–50 °C	$7 \cdot 10^{-5}$ (=0.07)	$7 \cdot 10^{-5}$ (=0.07)	$7 \cdot 10^{-5}$; $8 \cdot 10^{-5}$; $9 \cdot 10^{-5}$; $11 \cdot 10^{-5}$ (0,07; 0,08; 0,09; 0,11)	1/K (mm/m °C)	DIN 53752-A
Possible expansion due to heat and moisture	5	5	5; 6; 6; 8	mm/m	–
Thermal conductivity λ	0.19	0.19	–	W/mK	DIN 52612
U-value, for thickness				W/m²K	DIN 4701
1 mm	5.8	5.8	5.8	MPa	ISO 527-2/1B/5
3 mm	5.6	5.6	5.6		
5 mm	5.3	5.3	5.3		
10 mm	4.4	4.4	4.4		
Specific heat c	1.47	1.47	1.47	J/gK	–
Forming temperature	160–175	150–160	150–160; 140–150; 140–150; 140–150	°C	–
Max. surface temperature (IR radiator)	200	180	–	°C	–
Max. permanent service temperature	80	70	70; 70; 70; 65	°C	–
Reverse forming temperature	> 80; > 80; > 90	> 80; > 80	> 80; > 80; > 75; > 70	°C	–
Ignition temperature	425	430	–	°C	DIN 51794
Smoke gas volume	very little	very little	very little	–	DIN 4102
Smoke gas toxicity	none	none	none	–	DIN 53436
Smoke gas corrosiveness	none	none	none	–	–
Class					DIN 4102
	B2	B2	B2	–	BS 476, Part 7 + 6
	Class 3	Class 3	–	–	BS 2782
	TP (b)	TP (b)	–	–	Method 508 A
	E	E	E	–	DIN EN 13501
German building inspectorate test report	P-K017 / 11.06	P-K018 / 02.07	P-K019 / 05.07	–	–
Vicat softening temperature	115	103	102; 100; 100; 97	°C	ISO 306, Method B 50
Heat deflection temperature under load (HDT)				°C	ISO 75
deflection 1.8 MPa	105; 105; 107	95	94; 93; 92; 90		
deflection 0.45 MPa	113; 113; 115	100	99; 98; 96; 93		

Acoustical properties

	PLEXIGLAS® GS 0F00; 0F00; 0Z09 (233; 222; 209)	PLEXIGLAS® XT 0A000; 0A070 (20070; 29070)	PLEXIGLAS® Resist 45; 65; 75; 100	Unit	Teststandard
Sound velocity (at room temperature)	2700–2800	2700–2800	–	m/s	–
Weight sounded reduction index R_w at thickness				dB	–
4 mm	26	26	–		
6 mm	30	30	–		
10 mm	32	32	–		

Optical properties (of clear grades, at 3 mm thickness)

	PLEXIGLAS® GS 0F00; 0F00; 0Z09 (233; 222; 209)	PLEXIGLAS® XT 0A000; 0A070 (20070; 29070)	PLEXIGLAS® Resist 45; 65; 75; 100	Unit	Teststandard
Transmittance τ_{D65}	~ 92	~ 92	~ 91	%	DIN 5036, Part 3
UV transmission	no; no; no	no; yes	no; no; no; no	–	–
Reflecion loss the visible range (for each surface)	4	4	4	%	–
Total energy transmittance g	85	85	85	%	DIN EN 410
Adsorption in the visible range	< 0.05	< 0.05	< 0.05	%	–
Refractive index n_D^{20}	1.491	1.491	1.491	–	ISO 489

Electrical properties

	PLEXIGLAS® GS 0F00; 0F00; 0Z09 (233; 222; 209)	PLEXIGLAS® XT 0A000; 0A070 (20070; 29070)	PLEXIGLAS® Resist 45; 65; 75; 100	Unit	Teststandard
Volume resistivity ρ_D	> 10^{15}	> 10^{15}	> 10^{14}	Ohm · cm	DIN VDE 0303, Part 3
Surface resistivity σR_{OA}	$5 \cdot 10^{13}$	$5 \cdot 10^{13}$	> 10^{14}	Ohm	DIN VDE 0303, Part 3
Dielectric strength E_d (1 mm thickness)	~ 30	~ 30	–	kV/mm	DIN VDE 0303, Part 2
Dielectric constant ϵ					DIN VDE 0303, Part 4
at 50 Hz	3.6	3.7	–	–	
at 0.1 MHz	2.7	2.8	–	–	
Dissipation factor $\tan \delta$					DIN VDE 0303, Part 4
at 50 H	0.06	0.06	–	–	
at 0.1 MHz	0.02	0.02	–	–	
Tracking, CTI-Value	600	600	–	–	DIN VDE 0303, Part 1

Behavior towards water

	PLEXIGLAS® GS 0F00; 0F00; 0Z09 (233; 222; 209)	PLEXIGLAS® XT 0A000; 0A070 (20070; 29070)	PLEXIGLAS® Resist 45; 65; 75; 100	Unit	Teststandard
Water absorption (24 hrs, 23 °C) from dry state; specimen 60 x 60 x 2 mm³	41	38	41; 45; 46; 49	mg	ISO 62, Method 1
Max. weight gain during immersion	2,1	2,1	2,1	%	ISO 62, Method 1
Permeability to				$\frac{\text{g cm}}{\text{cm}^2 \text{ h Pa}}$	–
water vapour	$2.3 \cdot 10^{-10}$		–		
N ₂	$4.5 \cdot 10^{-15}$	3.7	–	–	
O ₂	$2.0 \cdot 10^{-14}$	2.8	–	–	
CO ₂	$1.1 \cdot 10^{-13}$		–		
air	$8.3 \cdot 10^{-15}$	0.06	–	–	

* = registered trademark PLEXIGLAS is a registered trademark of Evonik Röhm GmbH, Darmstadt, Germany.

Certified to DIN EN ISO 9001 (Quality) and DIN EN ISO 14001 (Environment)

Evonik Industries is a worldwide manufacturer of PMMA products sold under the PLEXIGLAS® trademark on the European, Asian, African and Australian continents and under the ACRYLITE® trademark in the Americas.

This information and all further technical advice is based on our present knowledge and experience. However, it implies no liability or other legal responsibility on our part, also with regard to existing third party intellectual property rights, especially patent rights. In particular, no warranty, whether express or implied, or guarantee of product properties in the legal sense is intended or implied. We reserve the right to make any changes according to technological progress or further developments. The customer is not released from the obligation to conduct careful inspection and testing of incoming goods. Performance of the product described herein should be verified by testing, which should be carried out only by qualified experts in the sole responsibility of a customer. Reference to trade names used by other companies is neither a recommendation, nor does it imply that similar products could not be used.

Evonik Industries AG

Acrylic Polymers

Kirschenallee, 64293 Darmstadt, Germany

info@plexiglas.net www.plexiglas.net www.evonik.com

Especificaciones

Las especificaciones que aparecen a continuación se encuentran sujetas a cambios sin aviso previo. Para obtener las especificaciones finales, consulte las especificaciones de marketing publicadas por Acer.

Sistema de proyección	DLP™
Resolución	<ul style="list-style-type: none"> X1111/X1111H/X1111A: Nativa: SVGA (800 x 600) Máxima: UXGA (1600 x 1200), 1080p (1920 x 1080) X1211/X1211H/X1211S/X1211K/X1213P/ X1213PH: Nativa: XGA (1024 x 768) Máxima: UXGA (1600 x 1200), 1080p (1920 x 1080) X1311KW/X1313PW/X1313PWH: Nativa: WXGA (1280 x 800) Máxima: UXGA (1600 x 1200), 1080p (1920 x 1080)
Compatibilidad con PC	Para obtener más información, consulte la sección "Modos de compatibilidad".
Compatibilidad de vídeo	NTSC (3.58/4.43), PAL (B/D/G/H/I/M/N), SECAM (B/D/G/K/K1/L), HDTV (720p, 1080i, 1080p), EDTV (480p, 576p), SDTV (480i, 576i)
Relación de aspecto	<ul style="list-style-type: none"> X1111/X1111J/X1111A/X1211/X1211H/X1211S/ X1211K/X1213P/X1213PH: 4:3 (nativa), 16:9 X1311KW/X1313PW/X1313PWH: 4:3, 16:9, Completa, L.Box
Colores en pantalla	1,07 mil millones de colores
Lente de proyección	<ul style="list-style-type: none"> X1111/X1111H/X1111A/X1211/X1211H/X1211K/ X1213P/X1213PH: F = 2,56 - 2,8, f = 21,00 mm - 23,00 mm, 1:1,1 Zoom Manual y Enfoque Manual X1211S: F = 2,6 - 2,78, f = 10,20 mm - 12,24 mm, 1:1,2 Zoom Manual y Enfoque Manual X1311KW/X1313PW/X1313PWH: F = 2,56 - 2,8, f = 21,00 mm - 23,00 mm, 1:1,1 Zoom Manual y Enfoque Manual
Tamaño de pantalla de proyección (en diagonal)	<ul style="list-style-type: none"> X1111/X1111H/X1111A/X1211/X1211H/X1211K/ X1213P/X1213PH: 35" (89 cm) - 159" (404 cm) X1211S: 32" (81 cm) - 195" (495 cm) X1311KW/X1313PW/X1313PWH: 42" (107 cm) - 186" (472 cm)

Distancia de proyección	<ul style="list-style-type: none"> X1111/X1111H/X1111A/X1211/X1211H/X1211K/X1213P/X1213PH: 4,9' (1,5 m) - 37' (11,3 m) X1211S: 3' (0,9 m) - 18' (5,5 m) X1311KW/X1313PW/X1313PWH: 4,3' (1,3 m) - 32' (9,7 m)
Relación de alcance	<ul style="list-style-type: none"> X1111/X1111H/X1111A/X1211/X1211H/X1211K/X1213P/X1213PH: 53" @ 2 m (1,86 - 2,04 : 1) X1211S: 55" @ 1 m (0,9 - 1,08 : 1) X1311KW/X1313PW/X1313PWH: 63" @ 2 m (1,5 - 1,65 : 1)
Frecuencia de escaneo horizontal	31 - 99 kHz
Frecuencia de refresco vertical	48 - 120 Hz
Corrección trapezoidal	<ul style="list-style-type: none"> X1111: +/-40 Grados (Vertical), Manual X1111H/X1111A/X1211/X1211H/X1211S/X1211K/X1213P/X1213PH/X1311KW/X1313PW/X1313PWH: +/-40 Grados (Vertical), Manual y Automático
Zoom digital	2 X
Audio	<ul style="list-style-type: none"> X1111: N/A X1111A/X1211/X1211S/X1213P/X1213PH/X1311KW/X1313PW/X1313PWH: 2W x 1 X1111H/X1211H: 10W x 1
Peso	<ul style="list-style-type: none"> X1111/X1111H/X1111A/X1211/X1211H/X1211K/X1213P/X1213PH/X1311KW/X1313PW/X1313PWH: Aproximadamente 2,6 kg. (5,73 libras) X1211S: Aproximadamente 2,7 kg. (5,95 libras)
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Alto)	280 x 230 x 84 mm (11,0" x 9,1" x 3,3")
Suministro de energía eléctrica	Entrada universal CA de 100 - 240 V, frecuencia de entrada de 50/60 Hz
Consumo de energía (valor típico)	<ul style="list-style-type: none"> X1111/X1111H/X1111A/X1211/X1211H/X1211S/X1311KW: 287 W X1211K: 291 W X1213P/X1213PH/X1313PW/X1313PWH: 348 W
Temperatura en funcionamiento	0°C a 35°C / 32°F a 95°F

- Conectores de entrada y salida
- Enchufe de alimentación x 1
 - RS232 x 1
 - Entrada VGA x 1
 - Vídeo compuesto x 1
 - S-Video x 1

Los ítems que aparecen a continuación corresponden sólo a la serie X1111A/X1211/X1213P/X1211S/X1211K/X1311KW/X1313PW.

- Entrada de audio de 3,5 mm x 1
- Conector de salida de audio de 3,5 mm x 1
- Entrada VGA x 2
- Salida VGA x 1
- USB (tipo mini B) x 1

Los elementos que aparecen a continuación corresponden solamente a la serie X1111H/X1211H/X1213PH/X1313PWH only.

- Entrada HDMI 1.3 x 1

Contenido estándar del embalaje	<ul style="list-style-type: none"> • Cable de alimentación CA x 1 • Cable VGA x 1 • Control remoto x 1 • Pilas x 2 (para el control remoto) • Guía de usuario (CD-ROM) x 1 • Guía de inicio rápido x 1 • Tarjeta de seguridad x 1
Accesorio (opcional)	<ul style="list-style-type: none"> • Cable de vídeo compuesto x 1 • Bolso de transporte x 1 • Filtro de polvo x 1

* El diseño y las especificaciones se encuentran sujetos a cambios sin aviso previo.

ANEXO B. Hojas técnicas de las resinas y fotoiniciadores

En este anexo se pueden encontrar las hojas de técnicas que suministra el fabricante de las sustancias que se han empleado en este proyecto.

1. Hoja técnica resina I.
2. Hoja técnica resina II.
3. Hoja técnica resina III.
4. Hoja técnica BAPO
5. Hoja técnica HNU 470 IL
6. Hoja técnica HNU 470 LT

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA

Website: www.sigmaaldrich.comEmail USA: techserv@sial.comOutside USA: eurtechserv@sial.com

Product Specification

Product Name:

Poly(ethylene glycol) diacrylate – average M_n 575

Product Number:

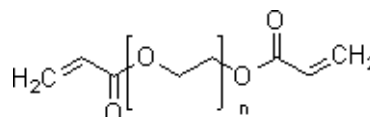
437441

CAS Number:

26570-48-9

MDL:

MFCD00081876



TEST

Specification

Appearance (Color)	Colorless to Faint Yellow
Appearance (Form)	Liquid
Infrared spectrum	Conforms to Structure
Color Test	≤ 150 APHA
Miscellaneous Assay	400 - 600
PPM MeHQ	
Assay	≤ 0.02 %
% Acrylic Acid	
Miscellaneous Assay	≤ 0.1 %
% Solvent	
Water (by Karl Fischer)	≤ 0.2 %
Viscosity	40.0 - 75.0 cps
at 25 Degrees Celsius	

Specification: PRD.0.ZQ5.10000025022

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA

Website: www.sigmaaldrich.comEmail USA: techserv@sial.comOutside USA: eurtechserv@sial.com

Product Specification

Product Name:

Bisphenol A ethoxylate diacrylate – average $M_n \sim 468$, EO/phenol 1.5, contains 250 ppm MEHQ as inhibitor

Product Number:

413550

CAS Number:

64401-02-1

MDL:

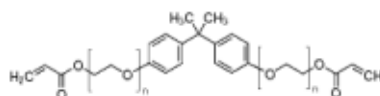
MFCD03793133

Formula:

C₂₀H₂₆O₆

Formula Weight:

362.4 g/mol



TEST

Specification

Appearance (Color)

Colorless to Yellow

Appearance (Form)

Liquid

Infrared spectrum

Conforms to Structure

Proton NMR spectrum

Conforms to Structure

Viscosity

1450 - 1950 cps

MEHQ as Inhibitor

200 - 300 ppm

Specification: PRD.0.ZQ5.10000022789

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA

Website: www.sigmaaldrich.comEmail USA: techserv@sial.comOutside USA: eurtechserv@sial.com

Product Specification

Product Name:

1,6-Hexanediol diacrylate – technical grade, 80%

Product Number:

246816

CAS Number:

13048-33-4

MDL:

MFCD00008631

Formula:

C₁₂H₁₈O₄

Formula Weight:

226.27 g/mol



TEST

Specification

Appearance (Color)

Colorless

Appearance (Form)

Liquid

Infrared spectrum

Conforms to Structure

Proton NMR spectra

Conforms to Structure

Purity (GC)

≥ 77.5 %

Specification: PRD.0.ZQ5.10000019679

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA

Website: www.sigmaaldrich.comEmail USA: techserv@sial.comOutside USA: eurtechserv@sial.com**Product Specification**

Product Name:

Phenylbis(2,4,6-trimethylbenzoyl)phosphine oxide 97%, powder

Product Number:

511447

CAS Number:

162881-26-7

MDL:

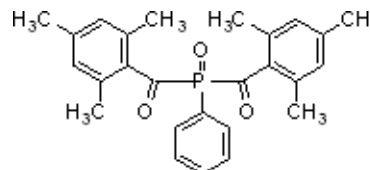
MFCD01863675

Formula:

C₂₆H₂₇O₃P

Formula Weight:

418.46 g/mol

**TEST****Specification**

Appearance (Color)

White to Yellow

Appearance (Form)

Conforms to Requirements

Powder, Crystals, Crystalline Powder and/or Chunks

Infrared spectrum

Conforms to Structure

Proton NMR spectrum

Conforms to Structure

Purity (HPLC)

≥96.5 %

Remarks:

Specification Date : 11/23/2010

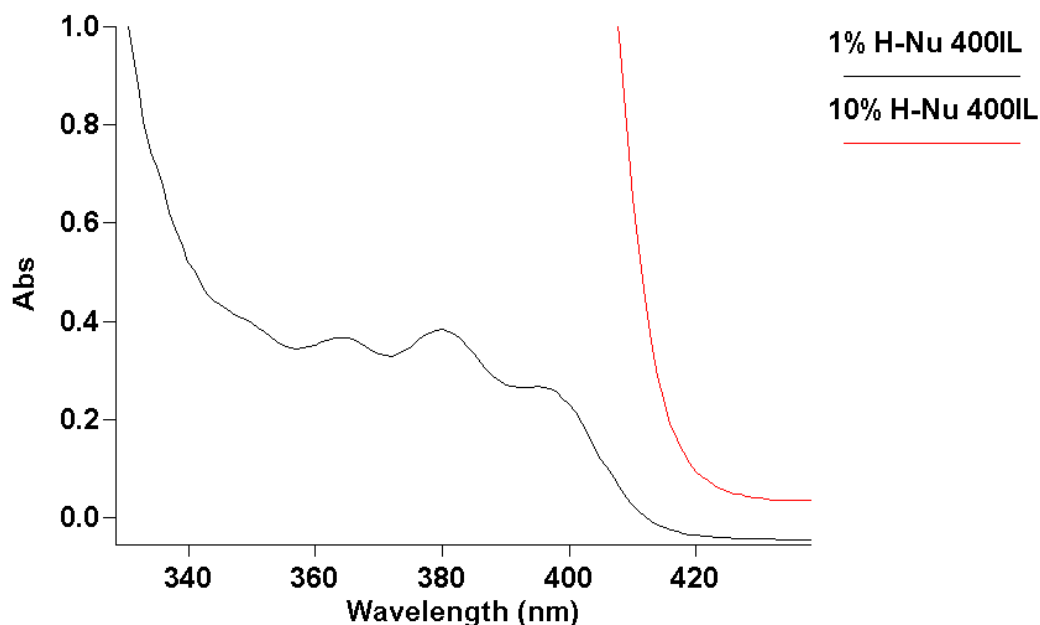
Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

H-Nu 400 IL Liquid Blend

Visible/UV-Visible Light Photoinitiator

General Information

- **H-Nu 400IL** is a broad wavelength use liquid blend photoinitiator, which will allow for easy addition to your free-radical curable formulation, and will photoinitiate resins across the mid-UV, UVA and near-UV visible portion of the light spectrum
- **H-Nu 400IL** - commercial photoinitiator, broad absorbance range of 300 nm to 430 nm ($\lambda_{max}=380$ nm)



Benefits of Use

- Easy to incorporate liquid, minimizing downtime from solubility issues
- Capable of significant depth of cure, > 1 inch
- Time and energy savings when one-pass thick cure can replace thin multi-layered coatings
- Cure through UV opaque or pigmented substrates
- Initiator bleaching: from yellow to no residual color, depending on the exposure dose

Physical Properties

Appearance Pale Yellow Liquid
Molecular Weight Mixture (N/A)
Absorbance Maximum 380 nm

Photoinitiator Usage Recommendations

- We recommend testing several concentrations in a “ladder” study between 1-5% to achieve best results
- H-Nu photoinitiator systems and materials that contain them are light sensitive and should be kept in the dark or in light proof bottles when not in use.
- “Dimmed” light conditions or other form of light shielding for mixing and formulating when using H-Nu photoinitiators are recommended to prevent unwanted pre-polymerization.

Product Safety and Handling

Please read MSDS information before handling any products described in this brochure.

Disclaimer

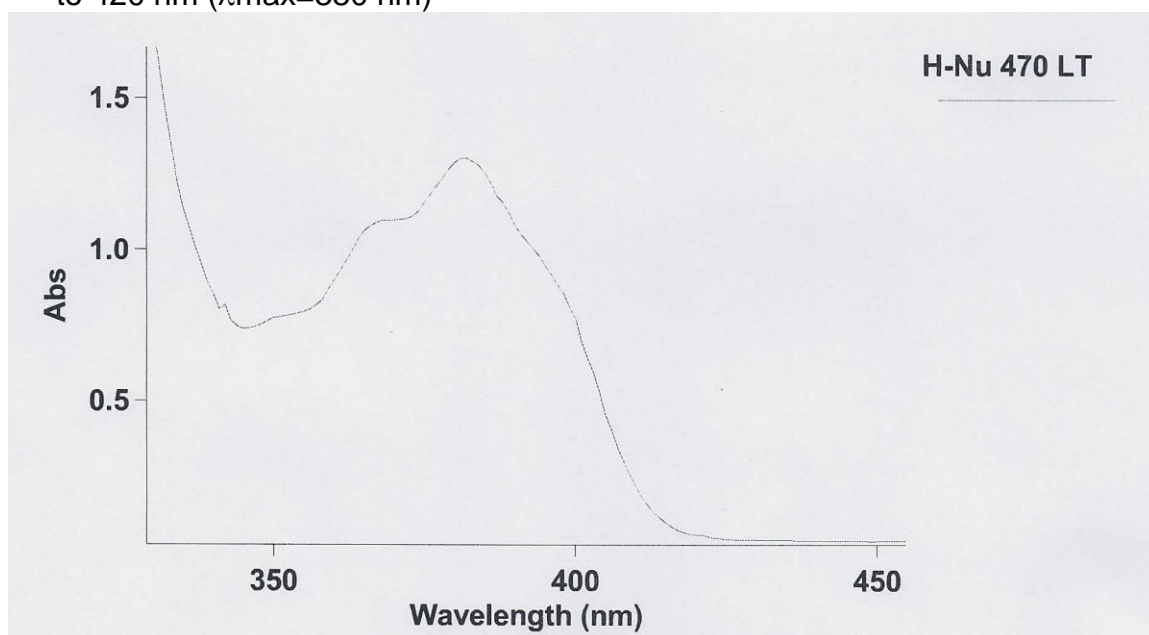
All Spectra Group Limited, Inc. manufactured materials in this brochure are not intended for use in products which would be regulated by the Food and Drug Administration unless the finished product is tested in accordance with the FDA and other applicable safety testing requirements. Spectra Group Limited, Inc. is not able to recommend these materials for such uses and assumes no liability for any such use. Technical advice furnished by the seller shall not constitute a warranty or condition, statutory or otherwise, which is expressly disclaimed, all such advice being given and accepted is at the buyer's risk. Data and results that the user or buyer achieves may differ. Optimization, scale-up and product performance are the responsibility of the buyer or user.

H-Nu 470 LT Liquid Blend

Visible/UV-Visible Light Photoinitiator

General Information

- **H-Nu 470LT** is a broad wavelength use liquid blend photoinitiator, which will allow for easy addition to your free-radical curable formulation, and will photoinitiate resins across the mid-UV, UVA and near-UV visible portion of the light spectrum
- **H-Nu 470LT** is particularly helpful for tackfree surface curing using 365 and 395 nm LED
- **H-Nu 470LT** - commercial photoinitiator, broad absorbance range of 300 nm to 420 nm ($\lambda_{\text{max}}=380$ nm)



Benefits of Use

- Easy to incorporate liquid, minimizing downtime from solubility issues
- Time and energy savings when one-pass thick cure can replace thin multi-layered coatings
- Cure through UV opaque or pigmented formulations
- Initiator bleaching: from pale yellow to no residual color
- Bleaching/color change indicator of exposure/cure with UV/visible light

Physical Properties

Appearance Pale yellow Liquid
Molecular Weight Mixture (N/A)
Absorbance Maximum 380 nm

Photoinitiator Usage Recommendations

- Recommended starting concentration of **H-Nu 470LT** is **5% by weight**. We recommend testing several concentrations in a “ladder” study between 2-10% to achieve best results
- H-Nu photoinitiator systems and materials that contain them are light sensitive and should be kept in the dark or in light proof bottles when not in use.
- “Dimmed” light conditions or other form of light shielding for mixing and formulating when using H-Nu photoinitiators are recommended to prevent unwanted pre-polymerization.

Product Safety and Handling

Please read MSDS information before handling any products described in this brochure.

Disclaimer

All Spectra Group Limited, Inc. manufactured materials in this brochure are not intended for use in products which would be regulated by the Food and Drug Administration unless the finished product is tested in accordance with the FDA and other applicable safety testing requirements. Spectra Group Limited, Inc. is not able to recommend these materials for such uses and assumes no liability for any such use. Technical advice furnished by the seller shall not constitute a warranty or condition, statutory or otherwise, which is expressly disclaimed, all such advice being given and accepted is at the buyer's risk. Data and results that the user or buyer achieves may differ. Optimization, scale-up and product performance are the responsibility of the buyer or user.

ANEXO C. Montaje, preparación y procedimiento de los experimentos.

C.1.MATERIALES A UTILIZAR.

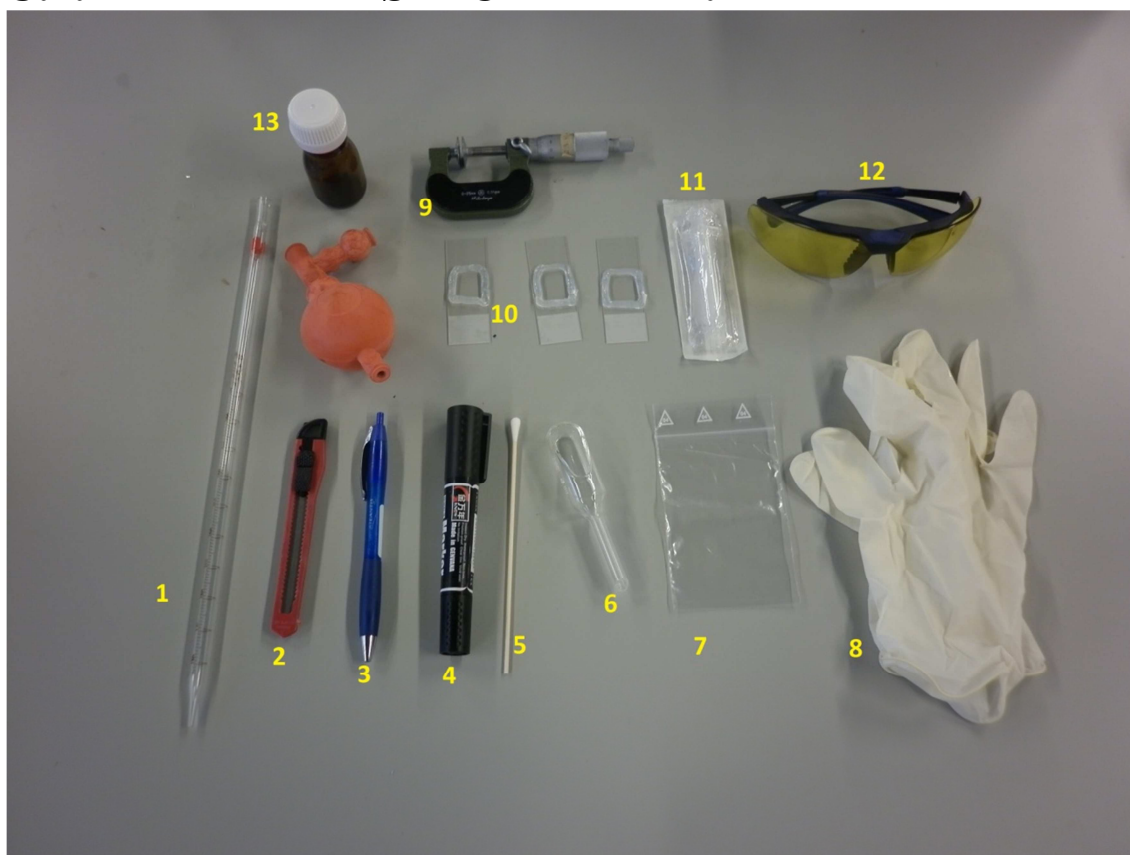


Figura C.1.-Herramientas utilizadas en los experimentos.

Los materiales que aparecen en la fotografía vienen enumerados a continuación:

1. Pipeta 10ml. y pera.
2. Cutter.
3. Bolígrafo.
4. Rotulador permanente.
5. Bastoncillos o algún elemento estrecho.
6. Zapatilla 3ml.
7. Bolsitas de plástico con cierre impermeable.
8. Guantes.
9. Micrómetro.
10. Cristal portaobjetos de microscopio.
11. Jeringuilla desechable.
12. Gafas de protección ultravioleta.
13. Botes de vidrio color ámbar.

No aparecen en la imagen pero son necesarios

14. Báscula con precisión hasta la décima de gramo.
15. Mezclador magnético.
16. Bata de laboratorio.

C.2.PROCESO DE MEZCLA DE LOS MATERIALES.

Como algunos de los materiales que se van a utilizar son tóxicos para el ser humano se recomienda realizar este proceso en un lugar equipado con campana de extracción de vapores o con mascarilla, también es necesario el uso de guantes para evitar que las sustancias que se van a utilizar entren en contacto con la piel, ya que estas pueden producir irritación.

Paso 1: Preparación del proceso.

- Preparar la campana del laboratorio, situando dentro de ella la báscula, el mezclador magnético, la pipeta, la zapatilla, las jeringuillas y tantos botes ámbar vacíos como mezclas diferentes se vayan a preparar.
- Ponerse la bata y los guantes para poder manipular sin peligro las resinas y los fotoiniciadores.
- Preparar los recipientes de resina y fotoiniciador que se vayan a utilizar (solo los que se vayan a utilizar), y situarlos en un lugar donde no les de mucha luz. Esto es importante ya que hay que evitar que el material se sufra ninguna curación indeseada.

Paso 2: Mezcla de las sustancias.

- Sabiendo las concentraciones que se quieren utilizar, seguir esta fórmula para el cálculo de sus cantidades:

$$\frac{\text{Concentraci3n de fotoiniciador}}{\text{Concentraci3n de resina}} = \frac{\text{Masa de fotoiniciador}}{\text{Masa de resina}}$$

Donde las concentraciones son conocidas y la masa de fotoiniciador será tomada fija con el valor que se desea, por lo que la única inc3gnita es la masa de fotoiniciador. Esto también se puede hacer diferente fijando la masa de fotoiniciador y dejando de inc3gnita la de la resina.

- Para tomar la masa de fotoiniciador proceder tomando una cantidad de resina a elegir, y verterla en un bote ámbar. Después con la báscula se obtiene el peso de la resina en el interior.
- Extraer la masa de fotoiniciador calculada y verter en el recipiente ámbar junto con la resina.
 - a. Si el fotoiniciador es un sólido en forma de polvo, verter utilizando una jeringuilla y la zapatilla para no desperdiciar material.
 - b. Si el fotoiniciador es líquido verter directamente con la jeringuilla o con una pipeta.
- Situar la mezcla con el bote cerrado sobre el mezclador magnético y se dejará mezclar hasta que visualmente el fotoiniciador esté diluido en la resina.

Paso 3: Recoger.

- Limpiar los utensilios empleados.

- Almacenar correctamente las resinas.
- Recoger el resto del material.

C.3.PREPARACIÓN DEL UTILLAJE DE EXPERIMENTO.

A continuación se describen como construir un utillaje y los elementos necesarios para realizar el experimento.

Paso 1: Las mini cubas.

- Tomar los cristales portaobjetos de microscopio y con resina crear una cuba cuadrada de 2 centímetros de lado y una altura de más o menos 5mm.
- Dibujar en el interior de la cuba y por el lado opuesta a donde esta se encuentra una franja con rotulador negro permanente. Esta franja servirá para que el curado se realice en el interior de la cuba y no en las paredes de esta.
- Puede verse el procedimiento en la siguiente imagen:

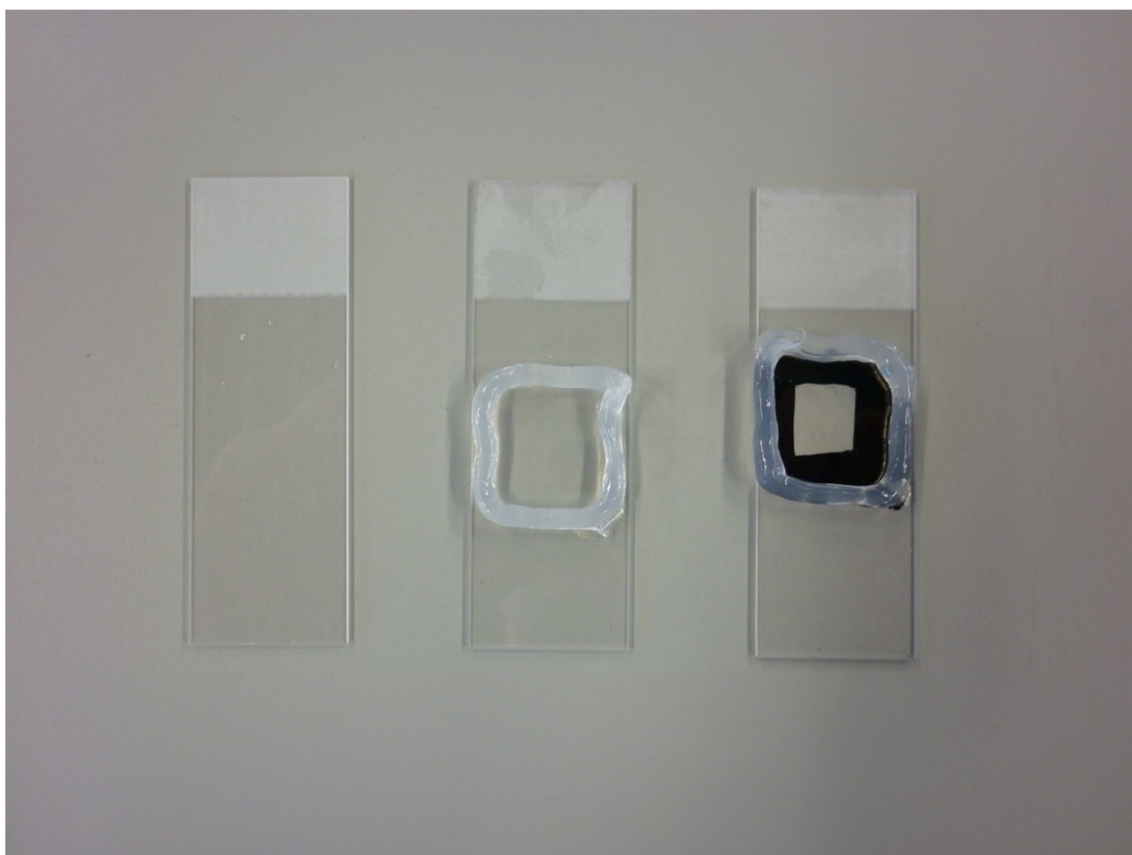


Figura C.2.-Pasos en la elaboración de la minicuba.

Paso 2: Estructura.

- Construir una estructura donde se pueda colocar el proyector enfocando al portaobjetos desde abajo y a una distancia entorno a 300mm. En este caso se

utilizaron los materiales disponibles en el taller y se construyó una estructura a partir de guías, se puede ver el resultado en la siguiente figura.

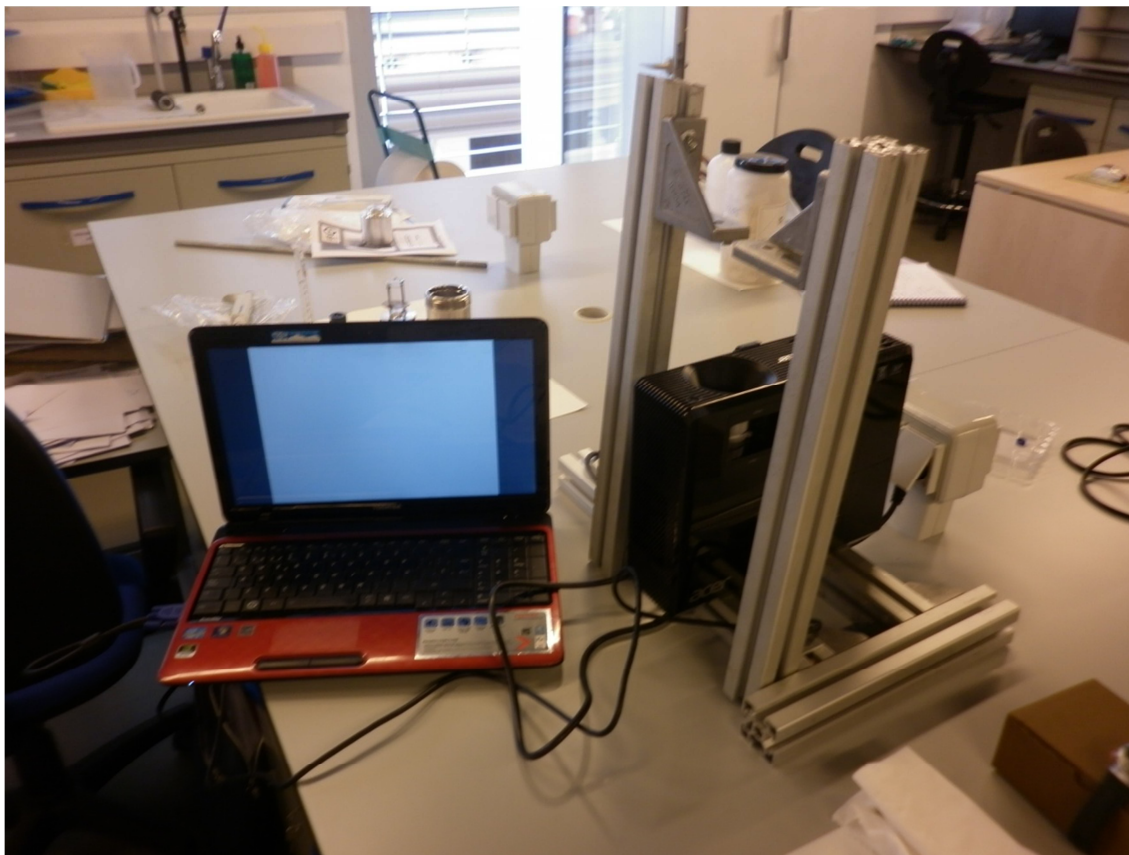


Figura C.3.-Fotografía del utillaje

Paso 3: Preparación del ordenador.

- Para poder suministrar y dejar de suministrar luz, preparar una presentación de ordenador en la que las diapositivas sean blancas y negras alternadamente. De este modo la diapositiva blanca es luz y la negra no luz, es una manera cómoda para no tener que apagar y encender el proyector constantemente.

C.4.PROCEDIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Paso1: Preparación.

- En un lugar del laboratorio situar el utillaje completo y con el ordenador conectado al proyector, tal como se puede ver en la imagen anterior.
- Preparar las mini cubas fabricadas, tantas como concentraciones diferentes se vayan a utilizar.
- Ponerse la bata de laboratorio y los guantes para evitar accidentes.
- Ponerse las gafas para evitar daños en la vista debido al alto tiempo que se tendrá el proyector emitiendo luz.
- Preparar la bote ámbar con la mezcla que se desean utilizar.
- Encender el ordenador y dejarlo preparado en una diapositiva negra.

Paso 2: Curado.

- Usando una jeringuilla desechable, verter la mezcla preparada en la mini cuba, prestando atención de que se llene la cuba entera.
- Colocar la mini cuba con la mezcla en la plataforma superior de la estructura.
- Aplicar luz con el proyector el tiempo deseado.
- Apagar luz y retirar la mini cuba.
- Extraer con ayuda del cutter el material que se ha curado.
- Depositar la pieza extraída sobre una servilleta y quitar el material no curado que lo recubre limpiando con la servilleta o con el bastoncillo.

Paso 3: Medición.

- Medir la pieza con el micrómetro tres veces.
- Anotar resultados.
- Recoger todo el material.

C.5.ALMACENAJE

A continuación se dan una serie de pautas para el correcto almacenaje de las sustancias.

- Las resinas, fotoiniciadores y colorantes se deben guardar en un lugar fresco.
- Las resinas y los fotoiniciadores deben almacenarse en un lugar alejados de cualquier fuente de luz.
- Las mezclas de resina y fotoiniciador deben guardarse en botes de cristal ámbar ya que hacen de filtro a la radiación ultravioleta. También pueden utilizarse botes de cristal opacos.
- El botes donde se almacenen las mezclas, las resinas y los fotoiniciadores deben de ser de cristal y no de plástico para evitar posibles polimerizaciones.

ANEXO D. Modificación del utillaje.

Debido a los problemas de curación que aparecen explicados en el experimento 1, se propone la siguiente modificación en los cristales portaobjetos de microscopio.

En lugar de pintar una línea negra con rotulador permanente es mejor crear una plantilla con cartulina rectangular y negra que evitara que la luz pase. En la cartulina se hace un orificio de forma cuadrada de un tamaño que encaje en el interior de la cuba construida con silicona en el cristal portaobjeto estando totalmente en el interior y sin que el orificio coincida con los laterales de la cuba. Se hacen dos aberturas lineales a los lados del orificio para poder sujetar el cristal portaobjetos.

Además se fabrica otra cartulina negra más estrecha que atraviese a la anterior para tapar el orificio e impedir que pase luz por este. El resultado se muestra en la siguiente imagen donde se ve a la izquierda el modelo anterior y el modificado.

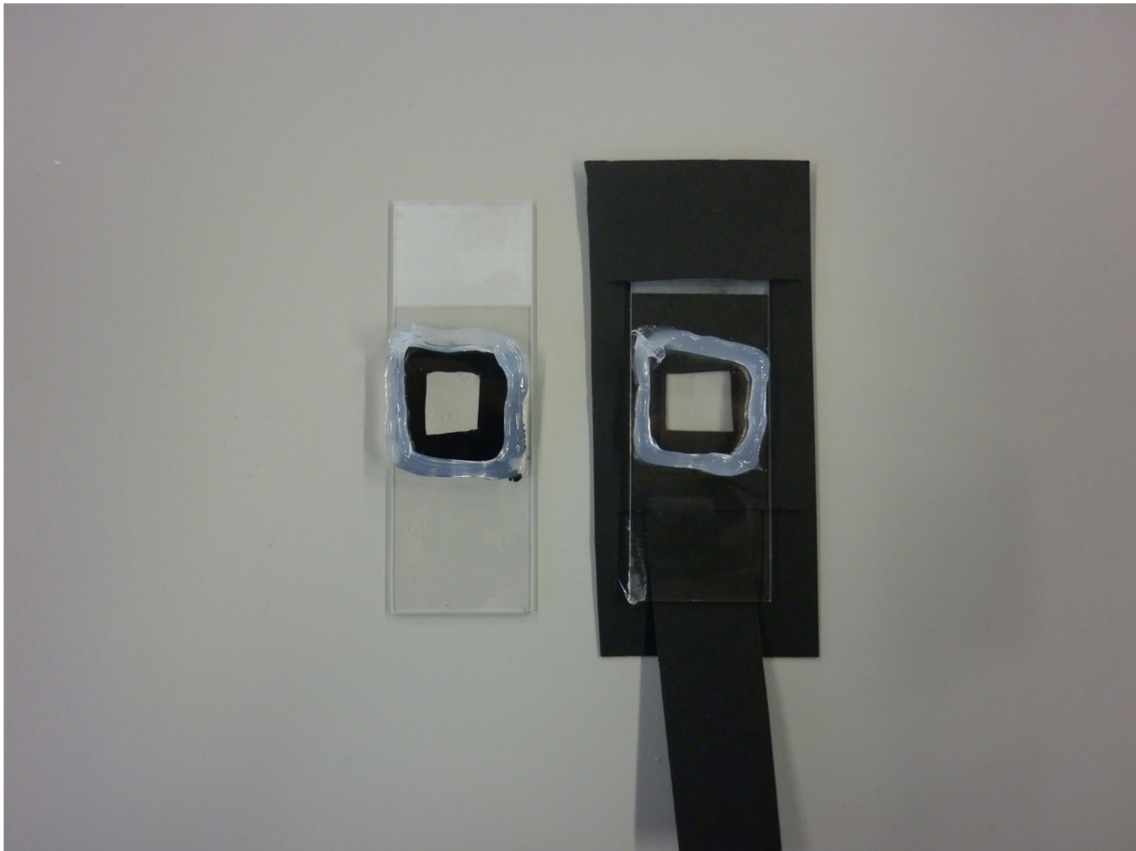


Figura D.1.-*Comparación de las minicubas, primera versión y su modificación*

ANEXO E. Experimento 1.

PRIMER CONTACTO CON LA CURACIÓN

En este primer experimento se tomo contacto por primera vez con el proceso de curación. Para realizarlo se siguió el proceso explicado en el Anexo C.

La mezcla elegida para este experimento fué como fotoiniciador, BAPO, y como resina, Polyethylene, denominada para abreviar como resina I(RI). Las cantidades empleadas fueron 9.8 mL. de RI y 0.2 gramos de BAPO, tomando esta proporción de documentos encontrados en la red en los que se hablaba de mezclas resina-fotoiniciador para impresoras 3D. En algunos de estos documentos se habla de incluir SUDAN, que sirve como colorante y para controlar la penetración de la luz y por lo tanto el espesor de curado, pero esto no es lo que se busca con este primer experimento.

Se observo lo siguiente:

- La curación se produce en pocos segundos.
- Al verter el material sobre la probeta de microscopio con la fuente de luz encendida utilizando una jeringuilla, el material se cura en la jeringuilla obstruyendo el orificio de salida de esta.



Figura E.1.-*Estado de la jeringuilla tras su exposición a la luz*

- Se cura todo el material vertido en la probeta, incluido el que esta tras la línea negra de rotulador negro, dejando una marca en el material curado como se puede observar en la siguiente foto.
- El proyector LED apenas cura, tras 5 minutos no se ha curado casi el material de la probeta. Consiguiendo una lamina de 0.39mm de grosor.
- El material mezclado es viscoso, así que tarda mucho si se utiliza pipeta.



Figura E.2.-Primera pieza obtenida.

- El grosor obtenido de esta lamina es 3.1mm.
- Si se tapa con un cartón el foco del proyector DLP el cartón se quema.

ANEXO F. Experimento 2

TEST EN MEZCLAS RESINA-FOTOINICIADOR DE 30 SEGUNDOS

Una vez que se ha tomado un primer contacto se puede ensayar con todas las combinaciones de resina-fotoiniciador disponibles. Para este experimento se ha decidido aplicar una la fuente de luz con el proyector DLP durante 30 segundos en las probetas. El procedimiento seguidó en el experimento puede verse en el anexo C.

A continuación se detallará lo observado en cada mezcla y se detallaran las proporciones utilizadas.

BAPO + RESINA I

La cantidad tomada es la siguiente:

BAPO	RESINA I
0.2 g.	9.8mL

Se toma esta cantidad debido a que es la más utilizada por los pioneros en el diseño de impresoras 3D basadas en el espíritu de *do it yourself* (hazlo tú mismo).

Se puede observar lo siguiente de las piezas obtenidas:

- Se obtienen unas piezas relativamente elásticas, pero que no hace falta mucha fuerza para romperlas.
- El color es amarillo traslucido, como el de todas aquellas mezclas en las que se utiliza BAPO como fotoiniciador.
- La pieza obtenida del curado es fiel a la preforma dada por la cartulina negra, obteniéndose cantos muy vivos.
- Las superficies son bastante lisas.
- Los espesores(mm tomados y su desviacion tipica son:



Figura F.1.-Muestra BAPO RI, 30 segundos.

	\bar{e}	s
Curado1	1,803	0,023
Curado2	1,570	0,026
Curado3*	-	-

Son unas medidas muy cercanas.

*El curado 3 se omite debido a que la pieza sale defectuosa.

BAPO + RESINA II

Las cantidades utilizadas son las siguientes:

BAPO	RESINA II
0.2 g.	9.8mL

Se toma esta cantidad debido a que la resina es un diacrilato como la anterior y el fotoiniciador es el mismo, así que se toma esta proporción como hipótesis inicial para este experimento.

Se puede observar lo siguiente en esta prueba:

- La resina es problemática al verterla en la probeta de microscopio debido a que es muy viscosa y densa.
- La reacción de polimerización es muy fuerte llegando a producirse la emisión de vapores entorno a los 20 segundos.
- En las piezas curadas se produce una rugosidad en la cara que no está en contacto con el cristal, esta rugosidad esta ocasionada por pequeñas burbujas de aire.
- El material después de ser curado es muy resistente, no se flexiona y no se pueden fracturar con los manos.
- Los espesores(mm) obtenidos son las siguiente:



Figura F.2.-Muestra BAPO RII, 30 segundos.

	\bar{e}	S
Curado1	2,523	0,031
Curado2	2,457	0,012
Curado3	2,210	0,010

Se puede observar que las medidas no son uniformes para cada pieza, esto puede ser debido a la incapacidad de tener en la probeta una misma cantidad exacta para cada prueba. Por otro lado se comprueba que se cura toda la profundidad de material vertido en la probeta.

BAPO + RESINA III

Para la proporción utilizada se sigue el mismo principio que en la anterior. La cantidad utilizada es:

BAPO	RESINA III
0.2 g.	9.8mL

En esta mezcla se puede observar lo siguiente:

- La piezas obtenidas del curado son muy frágiles, rompiéndose con facilidad.

- Las piezas resultantes tienen las esquinas agrandadas, no obteniéndose una pieza de superficies planas, sino con una abultada curvatura en la superficie que no está en contacto con el cristal.
- En este caso y debido a que el micrómetro empleado es de anillas, el espesor obtenido en la distancia entre la parte más alta de la pieza y la más baja, se obtienen los siguientes resultados (mm):

	\bar{e}	S
Curado1	2,227	0,021
Curado2	2,010	0,010
Curado3	1,560	0,089



Figura F.3.-Muestra BAPO R.III, 30 segundos.

En esta mezcla se puede observar lo mismo que en la anterior, una diferencia de espesores para cada prueba. Lo cual como he mencionado anteriormente puede ser debido a la incapacidad de tener una cantidad fija de material en la probeta antes de curar.

HNU-IL + RESINA I

Para este fotoiniciador el procedimiento es el mismo que con el anterior. La variación viene en la proporción utilizada. En este caso se tomarán las indicaciones dadas por el fabricante, en las cuales indica que puede obtenerse una mezcla óptima para el curado en un rango del 2% al 10%, así mismo nos indica que se debe comenzar probando con una concentración de fotoiniciador de 5% en peso. Por lo que las cantidades utilizadas para el 5% en peso de fotoiniciador y 95% de resina son:

	HNU-IL	RESINA I
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa [gramos]	0.60	11.36



Figura F.4.-Muestra HNU 170 IL RI, 30 segundos.

Se observa lo siguiente:

- Las piezas tienen un color anaranjado translúcido, este se mantiene en todas las mezclas que contienen HNU-IL como fotoiniciador, ya que éste, cuando está en solitario tiene un color rojo oscuro.
- La pieza se extrae con suma limpieza y sin dejar restos.
- Las piezas obtenidas son muy frágiles.

Anexo F

- La forma tras el curado se mantiene muy fiel y con superficies lisas.
- Los espesores(mm) obtenidos son:

	\bar{e}	S
Curado1	1,420	0,010
Curado2	1,790	0,010
Curado3	2,083	0,015

Se ve como hay una variación ascendente en los espesores de la piezas, esto es debido a que después de cada curado se aportaba material para reemplazar el que se había curado.

HNU-IL + RESINA II

La cantidad de materiales utilizada y su proporción es:

	HNU-IL	RESINA II
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa[gramos]	0.62	11,76

Se observa lo siguiente:

- Las piezas obtenidas son muy resistente y no se pueden romper con las manos, ocurre lo mismo que con la resina II usando el fotoiniciador BAPO.
- En la cara opuesta a la de contacto del cristal aparece una rugosidad provocada por pequeñas burbujas de aire, como en el anterior caso con la resina II.
- ES muy limpia y casi no deja restos.
- La mezcla antes de curarla es muy viscosa y densa, como en el anterior caso con la resina II.
- Los espesores(mm) obtenidos son:

	\bar{e}	S
Curado1	2,837	0,006
Curado2	2,440	0,000
Curado3	2,810	0,000



Figura F.5.-Muestra HNU 170 IL RII, 30 segundos.

Aquí se intenta que el material tenga la misma cantidad antes de cada prueba, y se puede comprobar que el curado 1 y el 3 se obtienen datos muy similares, pero como

en todos casos se cura toda la profundidad de mezcla, la cual es variable debido a la imposibilidad de mantener una cantidad de material igual antes de cada curado.

HNU-IL + RESINA III

La cantidad de material utilizada y su proporción es:

	HNU-IL	RESINA III
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa [gramos]	0.55	10,44

Se observa lo siguientes:

- Las piezas obtenidas son muy frágiles.
- Aparecen burbujas en el interior de las piezas.
- Entorno a los 20 segundos de aplicación de la luz se producen vapores en la zona de curado.
- Los espesores(mm medidos son:

	\bar{e}	S
Curado1	2,567	0,015
Curado2	2,203	0,021
Curado3	2,113	0,006

Esta es la misma situación que las anteriores., aunque se intenta mantener el mismo aporte de material.

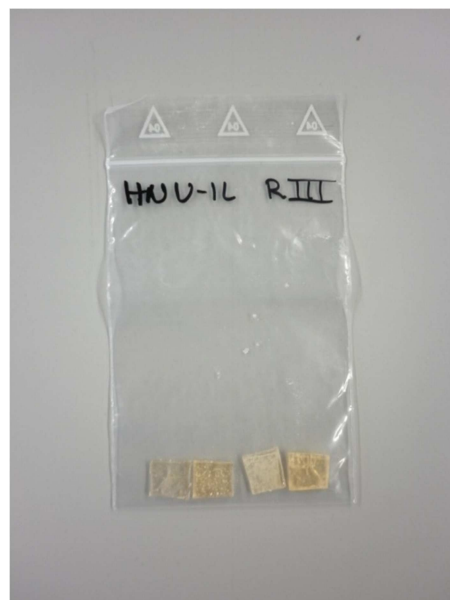


Figura F.6.-Muestra HNU 170 IL RIII, 30 segundos.

HNU-LT + RESINA I

Para este caso se aplica el mismo criterio que con el fotoiniciador HNU-IL, y se siguen las instrucciones del fabricante, que indica lo mismo, comenzar con concentraciones en peso de fotoiniciador del 5%. Por lo que las cantidades y porcentajes quedan de la siguiente manera:

	HNU-LT	RESINA I
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa[gramos]	0,59	11,18

Anexo F

Se observa lo siguiente:

- Las piezas obtenidas son incoloras y traslucidas, como todas la que utilizan el fotoiniciador HNU-LT.
- La piezas obtenidas del curado son lisas y muy fieles a la forma, con cantos abiertos.
- Las piezas se despegan con facilidad de la probeta.
- Los espesores(mm obtenidos son:

	\bar{e}	S
Curado1	1,623	0,015
Curado2	1,747	0,015
Curado3	1,843	0,006

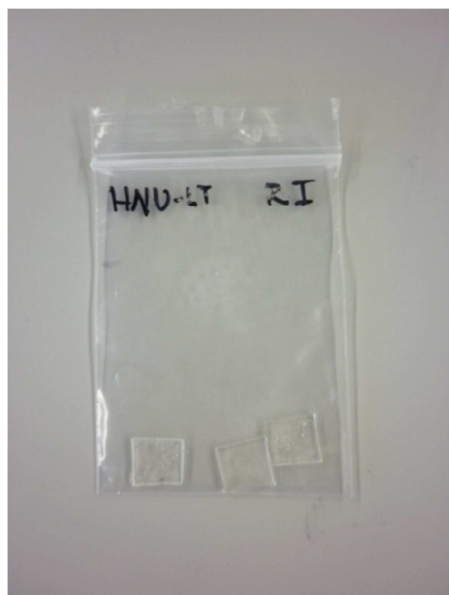


Figura F.7.-Muestra HNU 170 LT RI, 30 segundos.

Se puede observar como se ha perfeccionado el aporte de material y se consigue mantener similares los niveles de mezcla entre curado y curado. Pero sigue habiendo divergencias apreciable que evitan sacar mejores conclusiones.

HNU-LT + RESINA II

La cantidad de materiales utilizada y su proporción es:

	HNU-IL	RESINA II
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa [gramos]	0.61	11,68

Se observa lo siguiente:

- Las piezas obtenidas son de gran calidad, muy fieles a la preforma recortada en el cartón y con las aristas muy vivas.
- Se pegan mucho al cristal y cuesta despegarlas.
- Las piezas tienen las superficies muy lisas y planas.
- Las piezas son muy resistentes y no se pueden partir con las manos.
- Los espesores(mm obtenidos son:

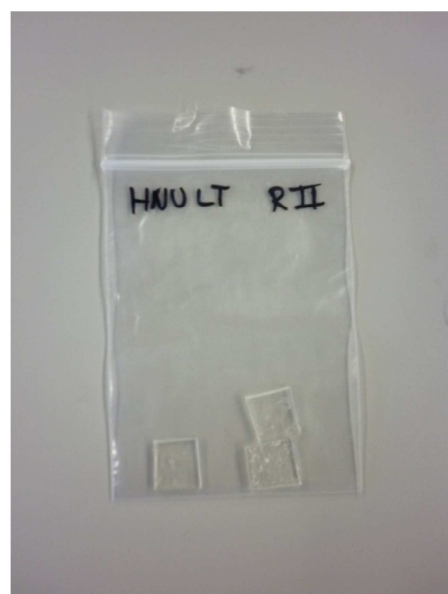


Figura F.8.-Muestra HNU 170 LT RII, 30 segundos.

	\bar{e}	S
Curado1	2,237	0,006
Curado2	2,023	0,006
Curado3	2,467	0,015

De nuevo la misma situación que en las anteriores. Problemas para mantener constante la cantidad de material en la probeta.

HNU-LT + RESINA III

La cantidad de materiales utilizada y su proporción es:

	HNU-IL	RESINA III
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa[gramos]	0.59	10.25

Se observa lo siguiente:

- Aparece una pequeña cantidad de vapores cuando la reacción esta avanzada.
- La temperatura es muy elevada durante la reacción, esto es lo que puede causar los vapores antes mencionados.
{foto de vapores}
- Las piezas son poco resistentes y se rompen con facilidad.
- Los vértices de la pieza obtenida esta levantados, evitando que la superficie que no está en contacto con el cristal de la probeta no sea plano.
- El tercer curado es defectuoso debido a que durante la reacción se produce un movimiento de material, por lo que no se incluye su medida de espesor.
- Los espesores(mm) medidos son:

	\bar{e}	S
Curado1	2,040	0,000
Curado2	1,767	0,006
Curado3	-	-

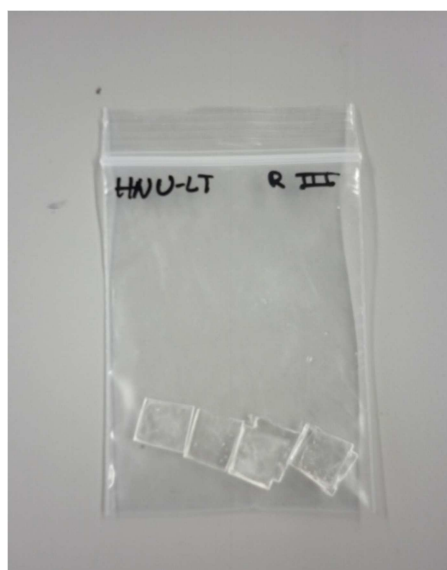


Figura F.9.-Muestra HNU 170 LT RIII, 30 segundos.

El problema con la cantidad de material es constante.

RESUMEN DE DATOS.

En la siguiente imagen se puede ver un resumen visual de todas las muestras extraídas durante el experimento.



Figura F.10.-Fotografía muestras experimento 2.

En la siguiente tabla se muestran todos los datos tomados durante el experimento.

Fotoiniciador	Resina	Tiempo	\bar{e}_1	S_1	\bar{e}_2	S_2	\bar{e}_3	S_3	\bar{e}	S	Velocidad curacion [mm/s]
BAPO	RI	30	1,803	0,023	1,570	0,026	-	-	1,687	0,165	0,056
	RII	30	2,523	0,031	2,457	0,012	2,210	0,010	2,397	0,165	0,080
	RIII	30	2,227	0,021	2,010	0,010	1,560	0,089	1,932	0,340	0,064
HNU IL	RI	30	1,420	0,010	1,790	0,010	2,083	0,015	1,764	0,332	0,059
	RII	30	2,837	0,006	2,440	-	2,810	-	2,696	0,222	0,090
	RIII	30	2,567	0,015	2,203	0,021	2,113	0,006	2,294	0,240	0,076
HNU LT	RI	30	1,623	0,015	1,747	0,015	1,843	0,006	1,738	0,110	0,058
	RII	30	2,237	0,006	2,023	0,006	2,467	0,015	2,242	0,222	0,075
	RIII	30	2,040	-	1,767	0,006	-	-	1,903	1,107	0,063

Tabla F.1.-Datos experimento 2.

ANEXO G. Experimento 3

TEST EN MEZCLAS RESINA-FOTOINICIADOR DE 8 SEGUNDOS

Una vez que se ha tomado un primer contacto se puede ensayar con todas las combinaciones de resina-fotoiniciador disponibles. Para este experimento se ha decidido aplicar una la fuente de luz con el proyector DLP durante 8 segundos en las probetas. El procedimiento del experimento puede verse en el anexo C.

A continuación se detallará lo observado en cada mezcla y se detallaran las proporciones utilizadas.

BAPO + RESINA I

La cantidad tomada es la siguiente:

BAPO	RESINA I
0.2 g.	9.8mL

Se observa lo siguiente:

- Se obtienen unas piezas relativamente elásticas, pero que no hace falta mucha fuerza para romperlas.
- La pieza obtenida del curado es fiel a la preforma dada por la cartulina negra, obteniéndose cantos muy vivos.
- Las superficies son bastante lisas.
- Las espesores(mm) son los siguientes:

	\bar{e}	S
Curado1	2,130	0,010
Curado2	1,933	0,031
Curado3	2,057	0,015



Figura G.1.-Muestra BAPO RI, 8 segundos.

Se pueden observar que se obtienen unos espesores de valores cercanos en todas las pruebas, esto es debido a que como se mencionó en las hipótesis del experimento 2, la profundidad de mezcla en la probeta es mayor que el espesor que se cura.

BAPO + RESINA II

Las cantidades utilizadas son las siguientes:

BAPO	RESINA II
0.2 g.	9.8mL

Se puede observar lo siguiente en esta prueba:

- La resina es problemática al verterla en la probeta de microscopio debido a que es muy viscosa y densa, como se menciono en el experimento 2.
- A diferencia que en la curación de 30 segundos, en esta no se producen vapores debido al menor tiempo de exposición a la luz.
- En la piezas curadas se produce una rugosidad en la cara que no está en contacto con el cristal, esta rugosidad esta ocasionada por pequeñas burbujas de aire.
- El material después de ser curado es muy resistente, no se pueden fracturar con los manos, pero a diferencia del curado de 30 segundos, en este caso las piezas son algo flexibles.
- Las medidas(mm) obtenidas son las siguiente:

	\bar{e}	S
Curado1	1,960	0,044
Curado2	2,103	0,015
Curado3	2,023	0,021



Figura G.2.-Muestra BAPO RII, 8 segundos.

Se puede observar que las medidas son uniformes para cada pieza, por lo que funciona el exponer la mezcla durante menos tiempo a la luz. Por otro lado Se puede ver que los espesores obtenidos son muy parecidos a los de la resina I.

BAPO + RESINA III

Para la proporción utilizada se sigue el mismo principio que en la anterior. La cantidad utilizada es:

BAPO	RESINA III
0.2 g.	9.8mL

En esta mezcla se puede observar lo siguiente:

- La piezas obtenidas del curado aparecen fracturadas tras el curado. Se puede escuchar la fractura durante la curación.
- Se produce humo al poco tiempo de curación.
- Las piezas son muy imperfectas con respecto a la forma proyectada.
- No se quedan pegadas al cristal.
- Son muy frágiles.
- Se obtienen las siguientes medidas(mm):



Figura G.3.-Muestra BAPO RII, 8 segundos.

	\bar{e}	S
Curado1	1,807	0,025
Curado2	1,227	0,006
Curado3	1,560	0,000

En esta mezcla no deben tenerse en cuenta los resultados de los espesores, ya que no es muy recomendable utilizar esta mezcla en esta proporción para tiempos de curado pequeños, que es el objetivo que se busca para el funcionamiento final de una maquina de fabricación aditiva.

HNU-IL + RESINA I

Para este fotoiniciador el procedimiento es el mismo que en el anterior experimento, por lo que las cantidades y proporciones empleadas son las mismas, se muestran a continuación:

	HNU-IL	RESINA I
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa[gramos]	0.60	11.36

Se observa lo siguiente:

- La pieza se extrae con facilidad.
- Las piezas obtenidas son muy frágiles y algo elásticas.
- La forma tras el curado es ondulada, aunque se aplanan con el tiempo.
- Las piezas aparecen agrietadas tras el curado.
- Los espesores(mm) obtenidos son:

	\bar{e}	S
Curado1	1,417	0,012
Curado2	1,403	0,006
Curado3	0,963	0,012

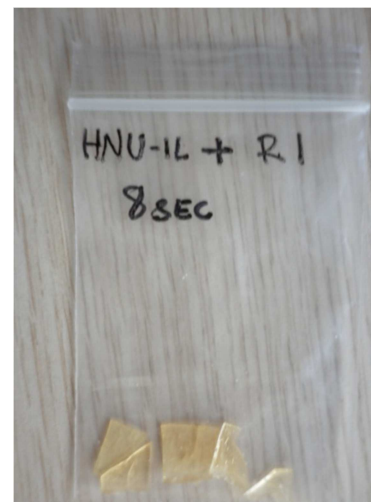


Figura G.4.-Muestra HNU 470 IL RI, 8 segundos.

La tercera prueba puede no tenerse en cuenta debido a la disparidad del resultado, por otra parte los curados 1 y 2 tienen unos resultados casi iguales al curado 1 con 30 segundos.

Anexo G

HNU-IL + RESINA II

La cantidad de materiales utilizada y su proporción es:

	HNU-IL	RESINA II
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa[gramos]	0.62	11,76

Se observa lo siguiente:

- No se obtienen piezas ya que no llega a completarse el curado.

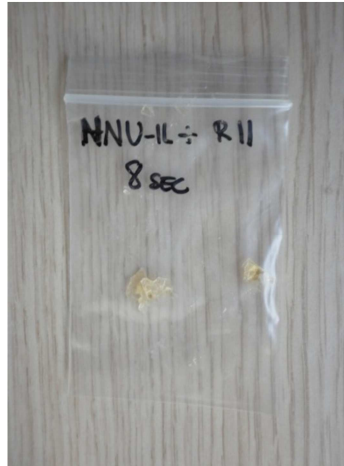


Figura G.5.-Muestra HNU470 IL
RII, 8 segundos.

HNU-IL + RESINA III

La cantidad de material utilizada y su proporción es:

	HNU-IL	RESINA III
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa[gramos]	0.55	10,44

Se observa lo siguientes:

- No se obtienen piezas ya que no llega a completarse el curado.

HNU-LT + RESINA I

Las cantidades y proporciones son las siguientes:

	HNU-LT	RESINA I
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa [gramos]	0,59	11,18

Se observa lo siguiente:

- Las piezas se despegan con facilidad de la probeta.
- Las piezas obtenidas del curado no son uniformes en su espesor.
- Los espesores(mm) obtenidos son:

	\bar{e}	S
Curado1	2,333	0,006
Curado2	1,633	0,021
Curado3	2,057	0,006

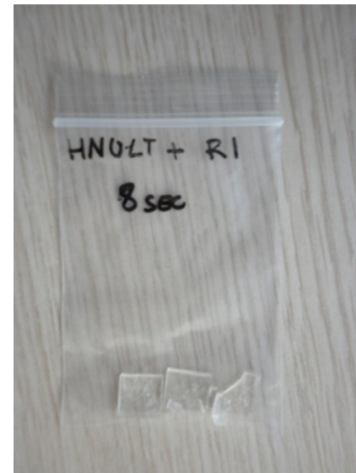


Figura G.6.-Muestra HNU470 LT RI, 8 segundos.

Por no mantener el espesor uniforme en cada curado no es un buen candidato para la decisión final.

HNU-LT + RESINA II

La cantidad de materiales utilizada y su proporción es:

	HNU-IL	RESINA II
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa[gramos]	0.61	11,68

Se observa lo siguiente:

- Las piezas obtenidas son de gran calidad, muy fieles a la preforma recortada en el cartón y con las aristas muy vivas.
- No se despegan con facilidad. al contrario de cuando se curaban durante 30 segundos.
- Las piezas tienen rugosidad en la cara superior debido a la presencia de pequeñas burbujas.
- Las piezas son muy frágiles al contrario que durante la curación de 30 segundos.
- Los espesores(mm) obtenidos son:

	\bar{e}	S
Curado1	1,363	0,344
Curado2	1,167	0,006
Curado3	1,823	0,006

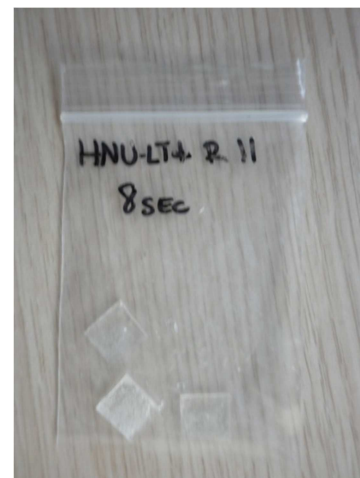


Figura G.7.-Muestra HNU470 LT RII, 8 segundos.

Anexo G

Esta diferencia entre espesores y anteriores observaciones, demuestran que se necesita más tiempo de curado para esta mezcla, ya que con 8 segundos su cualidades difieren mucho del caso en el que ha sido curada durante 30 segundos.

HNU-LT + RESINA III

La cantidad de materiales utilizada y su proporción es:

	HNU-IL	RESINA III
Porcentaje en peso[%]	5	95
Masa[gramos]	0.59	10.25

Se observa lo siguiente:

- Las piezas son poco resistentes y se rompen con facilidad, además aparecen ya fracturadas tras la curación.
- Los vértices de la pieza obtenida esta levantados, evitando que la superficie que no está en contacto con el cristal de la probeta no sea plano.
- Se observa que la curación no es completa.
- Los espesores medidos son:

	\bar{e}	S
Curado1	1,023	0,006
Curado2	0,830	0,000
Curado3	1,043	0,006



Figura G.8.-Muestra HNU470 LT RIII, 8 segundos

Las espesores son muy parecidos, pero la calidad material de la pieza es muy deficiente.

RESUMEN.

A continuación se muestra en la imagen una recopilación de todas las muestras extraídas a lo largo del experimento.

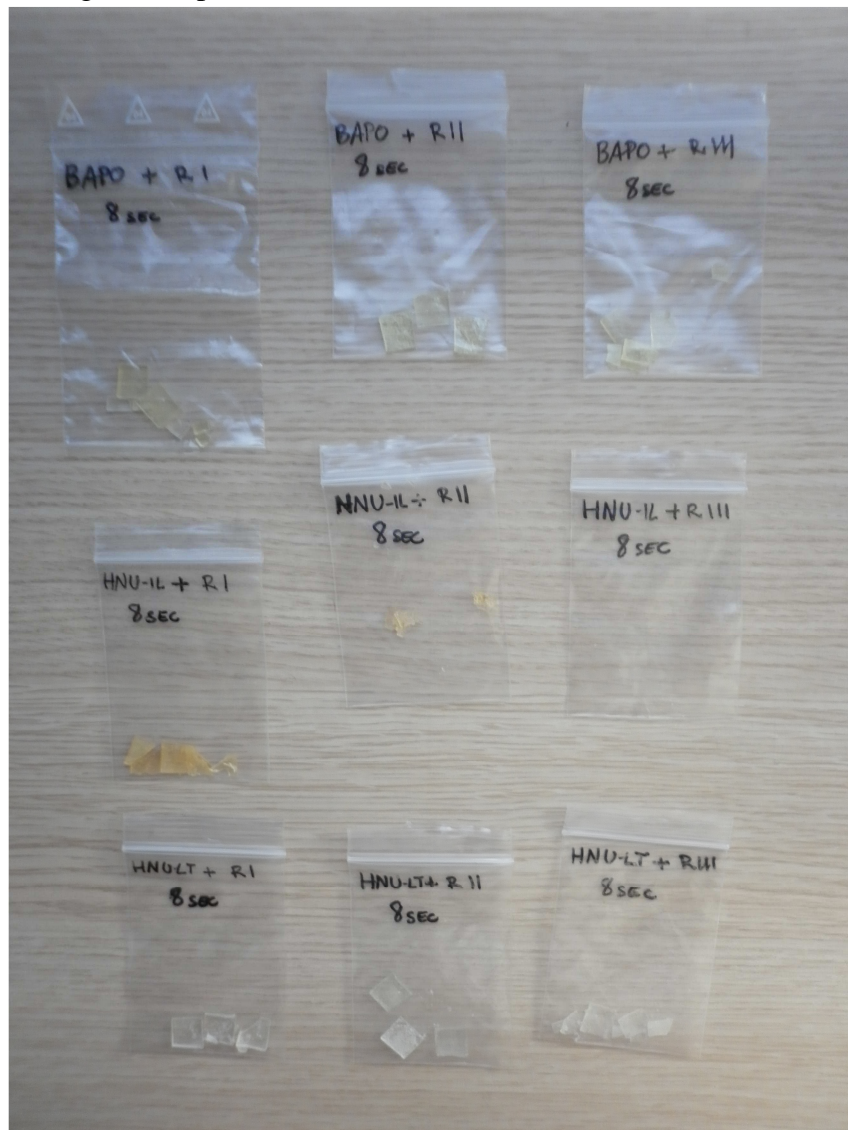


Figura G.9.-Muestra experimento 3.

En la siguiente tabla se muestran todos los datos tomados.

Fotoiniciador	Resina	Tiempo	$\bar{e}1$	S1	$\bar{e}2$	S2	$\bar{e}3$	S3	\bar{e}	S	Velocidad curación [mm/s]
BAPO	RI	8	2,130	0,010	1,933	0,031	2,057	0,015	2,032	0,099	0,254
	RII	8	1,960	0,044	2,103	0,015	2,023	0,021	2,029	0,072	0,254
	RIII	8	1,807	0,025	1,227	0,006	1,560	0,000	1,531	0,291	0,191
HNU IL	RI	8	1,417	0,012	1,403	0,006	0,963	0,012	1,261	0,258	0,158
	RII	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RIII	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HNU LT	RI	8	2,333	0,006	1,633	0,021	2,057	0,006	2,008	0,353	0,251
	RII	8	1,363	0,344	1,167	0,006	1,823	0,006	1,451	0,337	0,181
	RIII	8	1,023	0,006	0,830	-	1,043	0,006	0,927	0,118	0,116

Tabla G.1.-Datos experimento 3.

ANEXO H. Experimento 4

TEST EN MEZCLAS RESINA-FOTOINICIADOR A 10, 15 Y 20 SEGUNDOS.

Siguiendo el procedimiento de los experimentos explicado en el anexo C, se puede proseguir con un nuevo diseño de experimento. En este caso se someterá la muestra a tiempos de curado de 10, 15 y 20 segundos para poder conseguir una pequeña muestra del comportamiento en el tiempo que tiene el curado, es decir obtener una muestra de la función que relaciona el espesor de curado y el tiempo. Además por otro lado se experimentará con distintas concentraciones de resina y fotoiniciador así poder conseguir también una dependencia de la velocidad de curado con las concentraciones. A diferencia que en los anteriores experimentos, en este se ha utilizado un número más reducido de mezcla resina y fotoiniciador, las mezclas escogidas para este análisis han sido las que se han considerado representativas en algunos de los anteriores experimentos, las elecciones han sido:

- BAPO + RI.
- BAPO + RII.
- HNU-470 IL + RII.

A continuación se justificará cada elección, se detallará lo observado y se darán las proporciones utilizadas.

BAPO + RESINA I

La cantidad tomada es la siguiente:

	BAPO	RESINA I
Masa[%]	2	98
Masa[gramos]	0.23	11.18

Se observa lo siguiente:

- Las muestras se fracturan con facilidad, no son muy resistentes.
- El color y la apariencia es similar a las otras pruebas realizadas con esta muestra, como puede verse en la imagen.

Las medidas de espesor(mm) obtenidas son las siguientes:



Figura H.1.-Muestra BAPO RI 2%, curado con luz visible.

	\bar{e}	s
T=10 seg.	2.577	0,006
T=15 seg.	3.493	0,021
T=20 seg.	4.047	0,025

Se observa como los espesores son crecientes con el tiempo de exposición a la fuente de luz, por lo que se cumple la premisa de que a mayor tiempo de curado mayor espesor curado, esto puede ser así debido a que el material no es opaco. A continuación se muestra una representación grafica de los datos.

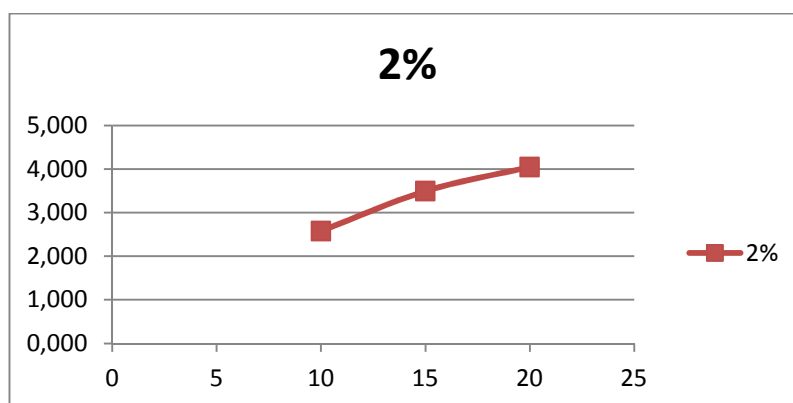


Figura H.2.-Curva espesor-tiempo BAPO RI 2%, curado con luz visible.

Se puede ver como la velocidad sufre un cambio exponencial y va tendiendo a aplanarse, esto es debido a que el material puede curar hasta una profundidad limite porque la luz no puede penetrar mas en el material.

Las cantidades de 5% y 8% de concentración de fotoiniciador no se pueden someter a la prueba, debido a que la mezcla satura y no se disuelve todo el fotoiniciador en la resina, por lo que se omite su análisis.

BAPO + RESINA II

Las cantidades utilizadas son las siguientes:

	BAPO	RESINA II
Masa[%]	2	98
Masa[gramos]	0.24	11.67

Se puede observar lo siguiente:

- La mezcla de la resina y fotoiniciador no se realiza cómodamente debido a que la primera es muy viscosa y densa. Hay problemas con el mezclador y ha de realizarse el procedimiento de mezclado con una varilla metálica.
- El material curado se adhiere mucho al cristal de microscopio.
- El material curado es muy resistente.
- La apariencia del material curado es amarilla transparente, como puede verse en la imagen.
- Aparecen rugosidades en la cara superior del material curado, esto se debe a que al verter el material con la jeringuilla se crean burbujas que se depositan en la superficie de la mezcla antes de ser curada.
- Los laterales de las piezas poseen una pequeña inclinación solo observable en las piezas con más espesor, y además estos laterales son muy lisos.

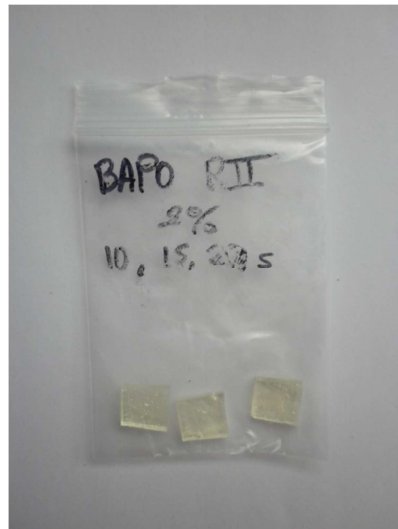


Figura H.3.-Muestra BAPO RII 2%, curado con luz visible.

Las medidas de espesor(mm) obtenidas son las siguientes:

	\bar{e}	S
T=10 seg.	2.117	0,015
T=15 seg.	2.230	0,010
T=20 seg.	2.463	0,006

Como ya se ha mencionado se cumple la progresión del espesor con el tiempo de curado.

La siguiente concentración tomada es:

	BAPO	RESINA II
Masa[%]	5	95
Masa[gramos]	0.61	11.59

Se observó lo siguiente en el proceso de curación:

- La mezcla de la resina y fotoiniciador no se realiza cómodamente debido a que la primera es muy viscosa y densa. Hay problemas con el mezclador y ha de realizarse el procedimiento de mezclado con una varilla metálica.
- El material curado se adhiere mucho al cristal de microscopio.
- El material curado es muy resistente.

Anexo H

- La apariencia del material curado es amarilla transparente, como puede verse en la imagen.
- Aparecen rugosidades en la cara superior del material curado, esto se debe a que al verter el material con la jeringuilla se crean burbujas que se depositan en la superficie de la mezcla antes de ser curada.
- Los laterales de las piezas una pequeña inclinación solo observable en las piezas con mas espesor, y además estos laterales son muy lisos.
- No hay diferencias sustanciales con la anterior muestra del 2% de fotoiniciador.

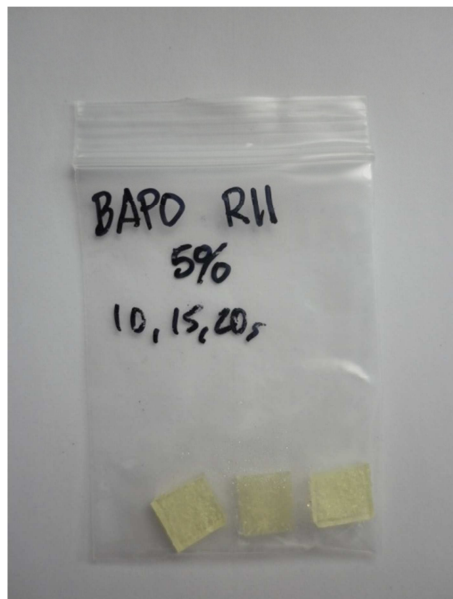


Figura H.4.-Muestra BAPO RII 5%, curado con luz visible.

Las medidas de espesor obtenidas son las siguientes:

	\bar{e}	S
T=10 seg.	1.957	0,006
T=15 seg.	3.493	0,025
T=20 seg.	3.667	0.006

Hay un aparente cambio con la anterior muestra, siendo más influyente en esta prueba el cambio de tiempo de curado.

La siguiente concentración tomada es:

	BAPO	RESINA II
Masa[%]	8	92
Masa[gramos]	1.01	11.62

Se observó lo siguiente en el proceso de curación:

- La mezcla de la resina y fotoiniciador no se realiza cómodamente debido a que la primera es muy viscosa y densa. Hay problemas con el mezclador y ha de realizarse el procedimiento de mezclado con una varilla metálica.
- El material curado se adhiere mucho al cristal de microscopio.
- El material curado es muy resistente.

- La apariencia del material curado es amarilla transparente, como puede verse en la imagen.
- Aparecen rugosidades en la cara superior del material curado, esto se debe a que al verter el material con la jeringuilla se crean burbujas que se depositan en la superficie de la mezcla antes de ser curada.
- Los laterales de las piezas poseen una pequeña inclinación solo observable en las piezas con mas espesor, y además estos laterales son muy lisos.
- No hay diferencias sustanciales con las anteriores muestras del 2% y 5% de fotoiniciador.

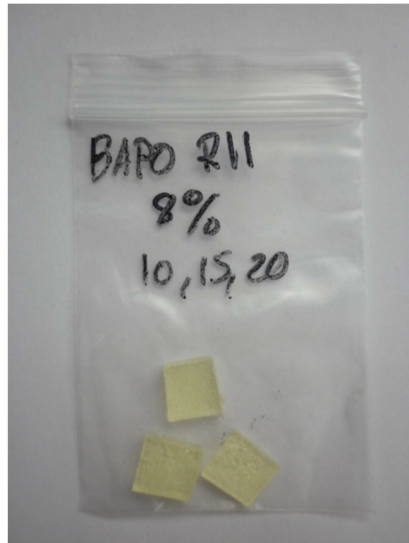


Figura H.5.-Muestra BAPO RII 8%, curado con luz visible.

Las medidas de espesor obtenidas son las siguientes:

	\bar{e}	S
T=10 seg.	1.957	0,006
T=15 seg.	2.973	0,025
T=20 seg.	3.683	0,015

Se repite lo acontecido en la muestra de 5% de fotoiniciador, pero esta vez el cambio no es tan abrupto, y también los datos iniciales y finales son similares.

Un análisis de las curvas de velocidad de curación del espesor dan una visión más clara, se pueden ver a continuación:

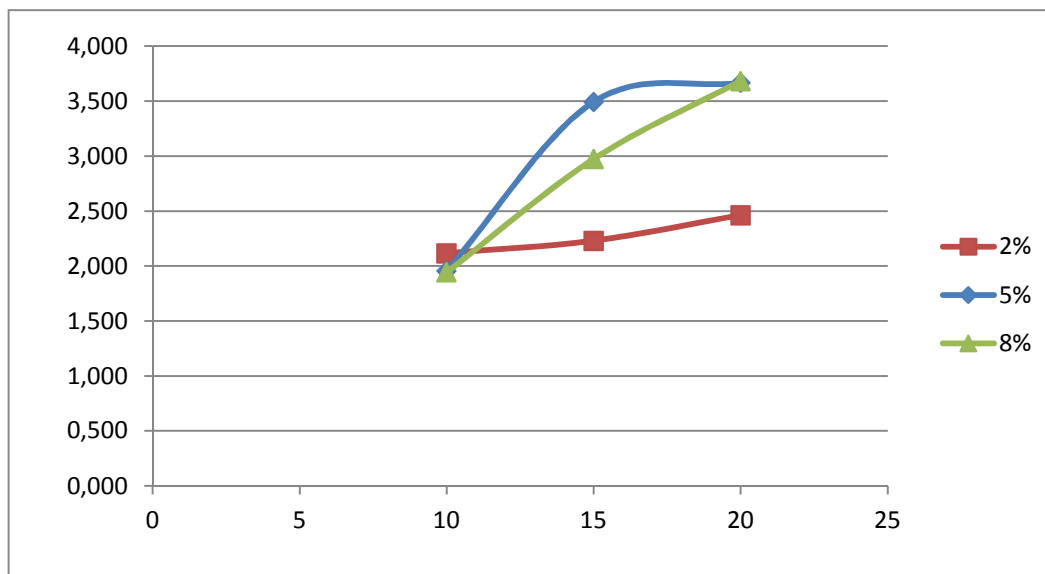


Figura H.6.-Curvas espesor-tiempo BAPO RII. Curadas con luz visible.

La curva del 2% sigue un camino más lineal. Mientras la de 5% y 8% se comportan como se mencionó en la anterior mezcla, con una tendencia hacia un límite debido a que la luz penetra con mayor dificultad conforme aumenta el espesor de material.

También como se ha mencionado las curvas de 5% y 8% son muy similares entre sí en su puntos iniciales y en los finales, sin embargo el trayecto que siguen es distinto, puede deberse a que la concentración de fotoiniciador no solo afecta al espesor, que puede obtenerse sino que también puede afectar al comportamiento del curado.

HNU-470 IL + RESINA II

Las cantidades utilizadas son las siguientes:

	HNU-470IL	RESINA II
Masa[%]	2	98
Masa[gramos]	0.24	11.68

Se puede observar lo siguiente:

- Solo se produce curación parcialmente como puede observarse en la imagen.

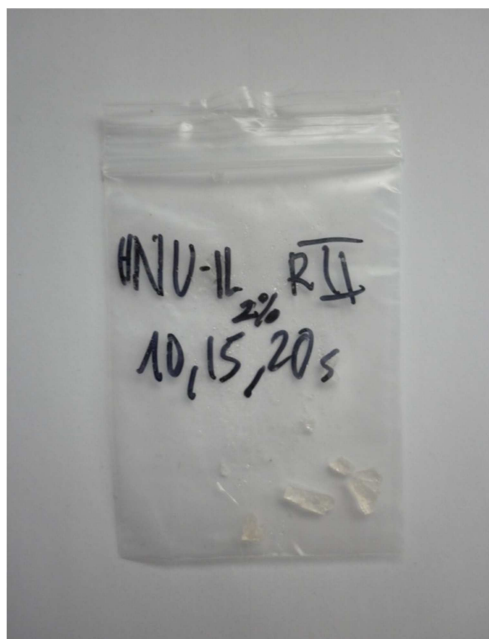


Figura H.7.-Muestra HNU470 IL RII 2%, curado con luz visible.

La siguiente concentración utilizada es la siguiente:

	HNU-470IL	RESINA II
Masa[%]	5	95
Masa[gramos]	0.62	11.71

Se puede observar lo siguiente:

- Aparece una rugosidad superficial, esto se debe a las burbujas que se crean al añadir material con la jeringuilla.
- Las piezas extraídas tras el curado son muy resistentes, no pudiéndose fracturar con las manos.
- La superficie de la pieza curada cuando se extrae de la cuba está muy viscosa, se recomienda post curado para que la polimerización se complete en la superficie.
- Los laterales de las piezas poseen una pequeña inclinación solo observable en las piezas con mas espesor, y además estos laterales son muy lisos.
- La apariencia se puede observar en la figura.

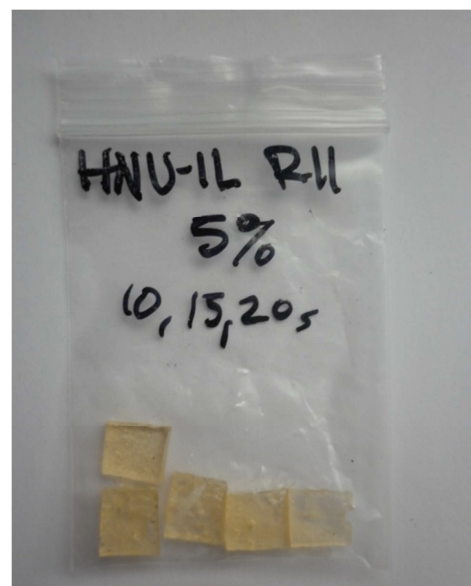


Figura H.8.-Muestra HNU470 IL RII 5%, curado con luz visible.

Anexo H

Las medidas de espesor(mm) obtenidas son las siguientes:

	\bar{e}	S
T=10 seg.	1.800	0,010
T=15 seg.	3.283	0,012
T=20 seg.	3.343	0,006

Se cumple la progresión del espesor con el tiempo de curado, además se ve como el crecimiento del espesor disminuye del segundo al tercer tiempo estudiado, lo que demuestra la tendencia a un límite del espesor. Más tarde se verá en la grafica.

La siguiente concentración utilizada es:

	HNU-470IL	RESINA II
Masa[%]	8	92
Masa[gramos]	1.01	11.66

Se puede observar lo siguiente:

- De la prueba realizada a 10 segundos se extrae una pieza curada de forma uniforme e incompleta.
- Aparecen rugosidades en la cara superior del material curado, esto se debe a que al verter el material con la jeringuilla se crean burbujas que se depositan en la superficie de la mezcla antes de ser curada.
- La piezas extraídas son muy resistente, no pudiéndose fracturar con las manos.
- Los laterales de las piezas poseen una pequeña inclinación solo observable en las piezas con mas espesor, y además estos laterales son muy lisos.
- La apariencia se puede observar en la imagen.

Las medidas de espesor obtenidas son las siguientes:

	\bar{e}	S
T=10 seg.	2.517	0,021
T=15 seg.	3.243	0,025
T=20 seg.	3.820	0,000

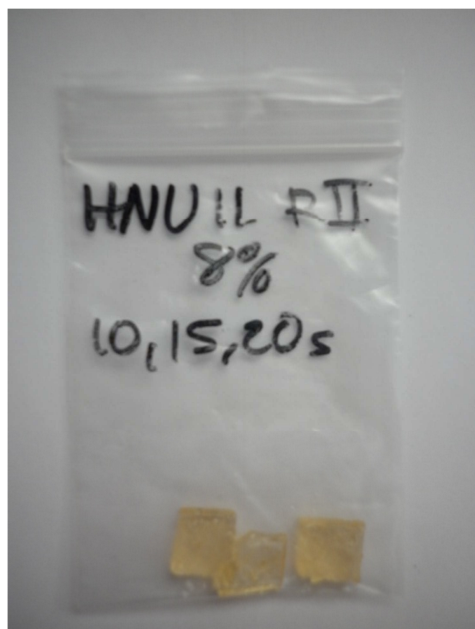


Figura H.9.-Muestra HNU470 IL RII 8%, curado con luz visible.

Se cumple la progresión del espesor con el tiempo de curado y en este la tendencia a un límite de espesor no es tan clara.

En la siguiente gráfica se puede observar de una manera más visual los datos obtenidos:

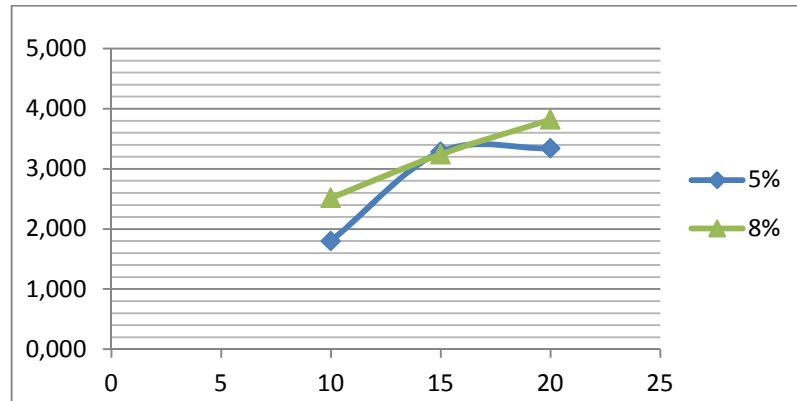


Figura H.10.-Curvas espesor-tiempo HNU 470III RII, curadas con luz visible.

Se puede ver como para un 5% las muestras cumplen las previsiones vistas en anteriores procesos, pero para 8% el comportamiento de la mezcla cambia y la curación es mas lineal

RESUMEN.

A continuación una tabla resumen con los datos tomados durante la realización del experimento:

BAPO RI							
% Fotoiniciador	% Resina	M Fotoiniciador [gramos]	M Resina [gramos]	Tiempo (segundos)	Espesor [mm]	S	Velocidad [mm/s]
2	98	0,23	11,18	10	2,577	0,006	0,258
2	98	0,23	11,18	15	3,493	0,021	0,233
2	98	0,23	11,18	20	4,047	0,025	0,202
5	95	0,60	11,32	10	-	-	-
5	95	0,60	11,32	15	-	-	-
5	95	0,60	11,32	20	-	-	-
8	92	0,98	11,26	10	-	-	-
8	92	0,98	11,26	15	-	-	-
8	92	0,98	11,26	20	-	-	-

Tabla H.1.-Datos BAPO RI con luz visible.

BAPO RII							
% Fotoiniciador	% Resina	M Fotoiniciador [gramos]	M Resina [gramos]	Tiempo (segundos)	Espesor [mm]	S	Velocidad [mm/s]
2	98	0,24	11,67	10	2,117	0,015	0,212
2	98	0,24	11,67	15	2,230	0,010	0,149
2	98	0,24	11,67	20	2,463	0,006	0,123
5	95	0,61	11,59	10	1,957	0,006	0,196
5	95	0,61	11,59	15	3,493	0,025	0,233
5	95	0,61	11,59	20	3,667	0,006	0,183
8	92	1,01	11,62	10	1,943	0,006	0,194
8	92	1,01	11,62	15	2,973	0,025	0,198
8	92	1,01	11,62	20	3,683	0,015	0,184

Tabla H.2.-Datos BAPO RII con luz visible.

HNU-IL RII							
% Fotoiniciador	% Resina	M Fotoiniciador [gramos]	M Resina [gramos]	Tiempo (segundos)	Espesor [mm]	S	Velocidad [mm/s]
2	98	0,24	11,68	10	0	0,000	0
2	98	0,24	11,68	15	0	0,000	0
2	98	0,24	11,68	20	0	0,000	0
5	95	0,62	11,71	10	1,800	0,010	0,180
5	95	0,62	11,71	15	3,283	0,012	0,219
5	95	0,62	11,71	20	3,343	0,006	0,167
8	92	1,01	11,66	10	2,517	0,021	0,252
8	92	1,01	11,66	15	3,243	0,025	0,216
8	92	1,01	11,66	20	3,820	0,000	0,191

Tabla H.3.-Datos HNU470 IL RII con luz visible.

ANEXO I. Experimento 5

TEST EN MEZCLAS RESINA-FOTOINICIADOR A 10, 15 Y 20 SEGUNDOS EN CONDICIONES DE RADIACION ULTRAVIOLETA.

En este experimento se procederá como en el experimento 4, pero para ello se hará una modificación en el montaje para poder realizar el curado con una fuente de radiación ultravioleta.

Las modificaciones son las siguientes:

1. Extracción de la lámpara del proyector.
2. Extracción del filtro ultravioleta de la lámpara. Este filtro puede verse en la siguiente imagen.

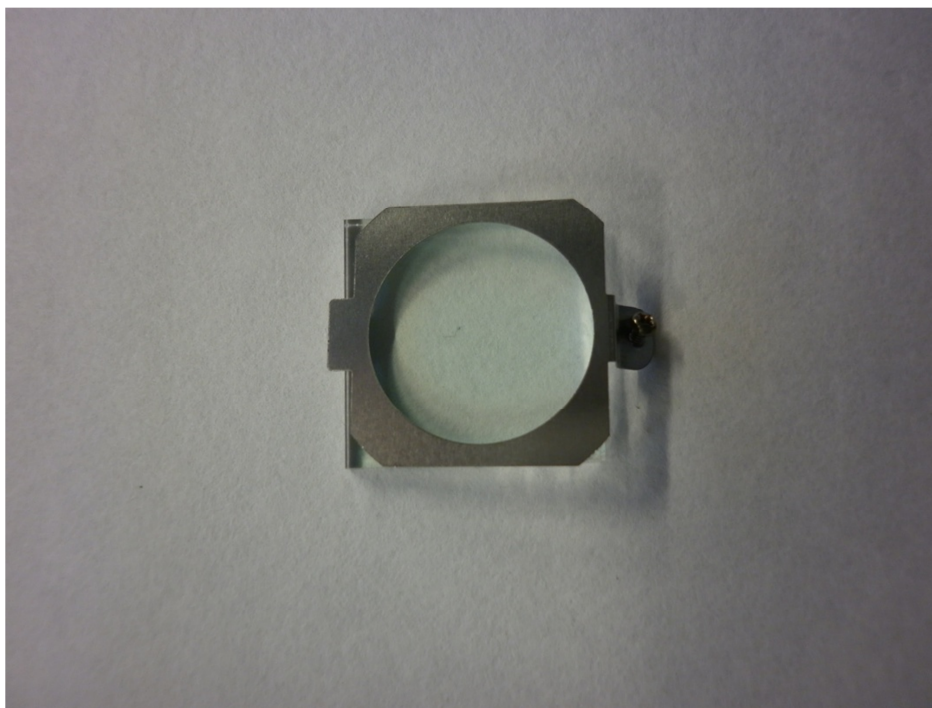


Figura I.1.-Carcasa exterior con el filtro ultravioleta de la lámpara.

3. Se sitúa la lámpara en su posición del utillaje y se conecta al proyector con un cable. Debido a que se desconoce el voltaje de funcionamiento de la lámpara se evita conectarlo directamente a la luz y se conecta al proyector para evitar posible daños. Se realiza de este modo por dos motivos, el primero es porque el proyector posee otro filtro ultravioleta ubicado en un lugar de difícil acceso y que dificultaría su extracción, ver figura 3.8. El segundo motivo es porque si el proyector trabaja sin filtros ultravioleta esta radiación afecta al sistema DLP de manera negativa y acortando la vida del chip DMD. Puede verse el montaje realizado en la figura.

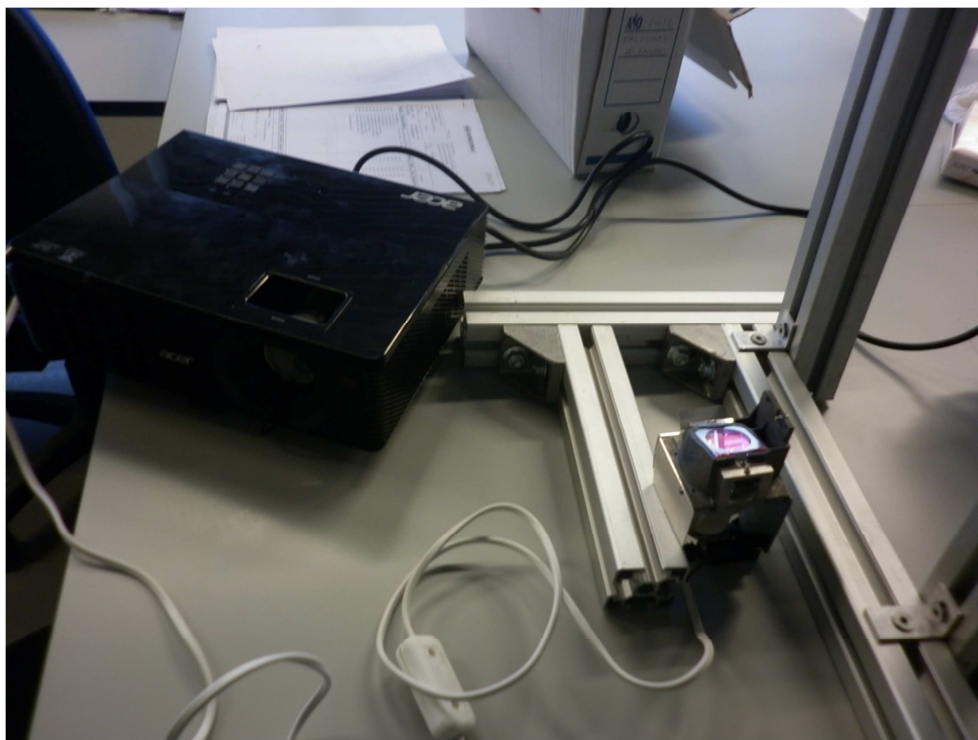


Figura I.2.-Utillaje para curación con ultravioleta.

4. Se coloca un cartón sobre el utillaje para evitar que la luz ultra violeta entre en contacto con la piel. La caja tiene un orificio superior donde se colocará la probeta con la mezcla para ser curada, este orificio se puede abrir y cerrar, para asegurar que la fuente de luz es aplicada de manera correcta. En la siguiente figura se puede ver en detalle la parte superior de la caja de cartón con el orificio antes mencionado.



Figura I.3.-Caja exterior para el utillaje con radiación ultravioleta.

Por motivos de seguridad se debe evitar que la lámpara este en contacto con el cartón, ya que este puede prenderse fuego. Así mismo hay que evitar que la fuente de luz este largo tiempo encendida ya que se desconoce el efecto que puede tener el utillaje preparado para el experimento en el proyector o en la lámpara.

5. Por último se procederá desde este punto como se indica en el anexo C.

A continuación se detallará lo observado en el experimento y se detallaran las proporciones utilizadas.

BAPO + RESINA I

La cantidad tomada es la siguiente:

	BAPO	RESINA I
Masa[%]	2	98
Masa[gramos]	0.23	11.18

Se observa lo siguiente:

- Se puede observar el aspecto en la figura.
- Las muestras son resistentes aunque se pueden fracturar con las manos.
- El color y la apariencia es similar a las otras pruebas realizadas con esta muestra.
- Aparece una rugosidad en la cara superior de la muestra debido a las burbujas que se crean al verter el material en la probeta con la jeringuilla.
- En las otras caras de la muestra que no tienen rugosidad las superficies son muy lisas. En una muestra no se han producido burbujas y la calidad superficial de la cara superior es muy buena.
- La forma del orificio se plasma perfectamente en las muestras.
- Se observa una pequeña conicidad en las caras laterales de las muestras de mayor espesor.
- Como en el experimento 4, con esta misma mezcla no se realizan las pruebas con concentraciones de 5% y 8% de fotoiniciador debido a que la mezcla en estas cantidades está saturada.
- Las medidas de espesor(mm) obtenidas son las siguientes:

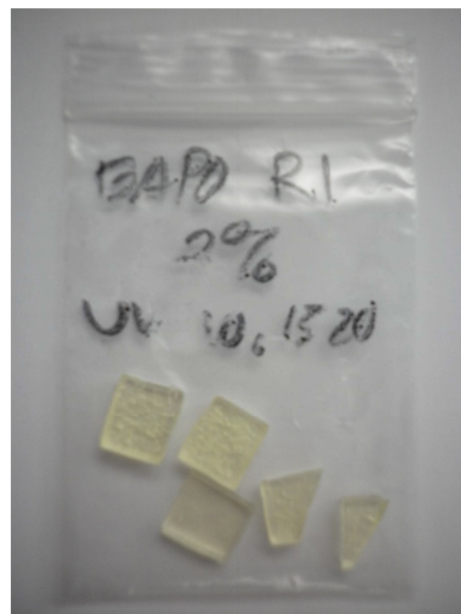


Figura I.4.- Muestra BAPO RI 2%. Curada con UV.

	\bar{e}	S
T=10 seg.	2.563	0,006
T=15 seg.	3.250	0,017
T=20 seg.	3.260	0,010

- Como se observa en la gráfica, los valores de espesor tienden a un punto.

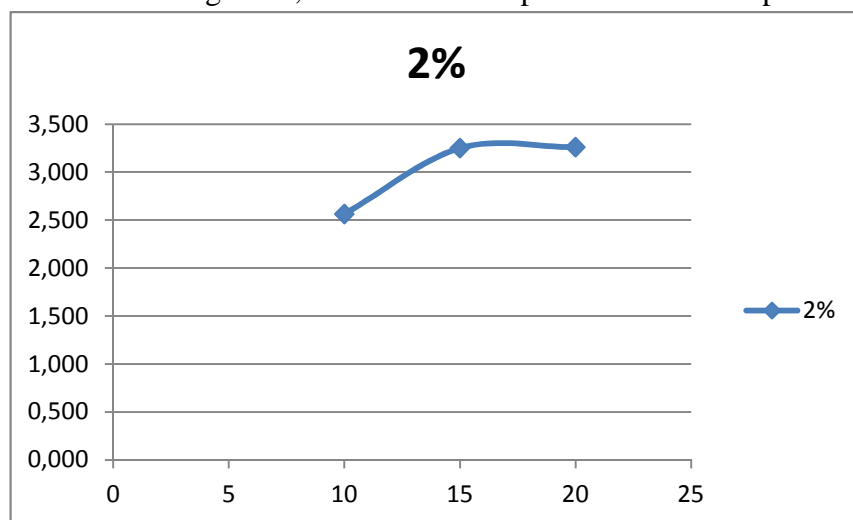


Figura I.5.-Curva espesor-tiempo de BAPO RI 2% curada con UV.

- En la siguiente figura se pueden ver superpuestas las graficas de la prueba al 2% de fotoiniciador obtenidas con filtros ultravioleta en la fuente de luz y sin filtros.

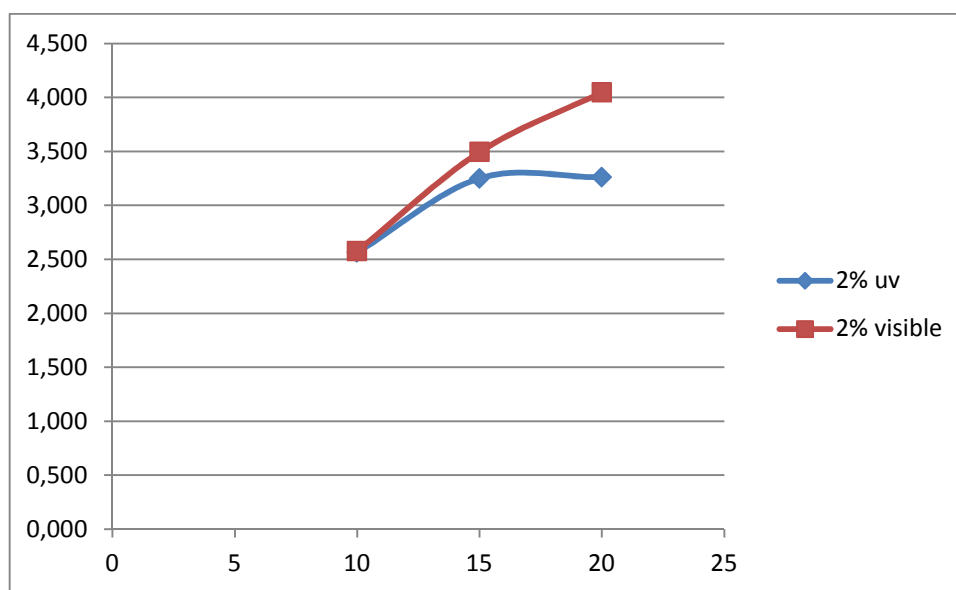


Figura I.6.-Comparación curvas espesor-tiempo de BAPO RI 2%.

- Los datos se asemejan bastante a los obtenidos con el filtro de radiación ultravioleta.
- La diferencia principal radica en que en el caso del ultravioleta la penetración es menor.
- A bajos tiempos el comportamiento de la resina no difiere de una radiación a otra, por lo que en este caso la elección de fuente de luz no es importante.

Las cantidades de 5% y 8% de concentración de fotoiniciador no se pueden someter a la prueba, debido a que la mezcla satura y no se disuelve todo el fotoiniciador en la resina, por lo que se omite su análisis.

BAPO + RESINA II

Las cantidades utilizadas son las siguientes:

	BAPO	RESINA II
Masa[%]	2	98
Masa[gramos]	0.24	11.67

Se puede observar lo siguiente:

- La mezcla de la resina y el fotoiniciador no se realiza cómodamente, debido a que la primera es muy viscosa y densa. Hay problemas con el mezclador y ha de realizarse el procedimiento de mezclado con una varilla metálica.
- El material curado se adhiere mucho al cristal de microscopio.
- El material curado es muy resistente.
- La apariencia del material curado es amarilla transparente, puede observarse en la imagen.
- Aparecen rugosidades en la cara superior del material curado, esto se debe a que al verter el material con la jeringuilla se crean burbujas que se depositan en la superficie de la mezcla antes de ser curada.
- Aparece conicidad, en los laterales de las piezas existe una pequeña inclinación solo observable en las piezas con mas espesor, y además estos laterales son muy lisos.
- Las medidas de espesor(mm) obtenidas se encuentra en la siguiente tabla:

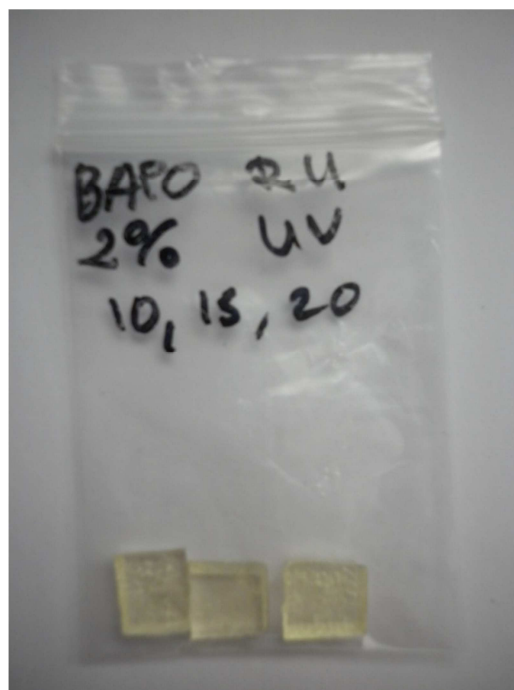
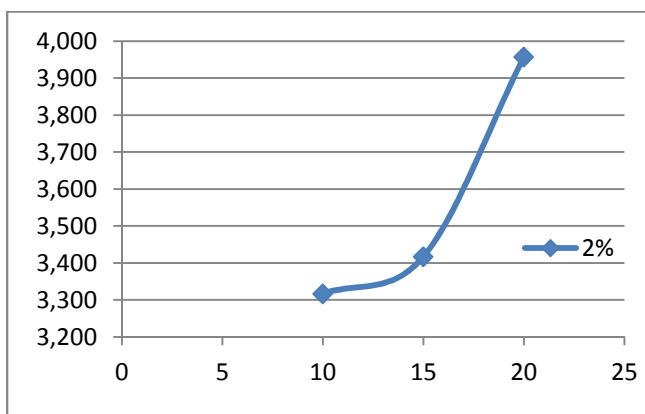


Figura I.7.-Muestra BAPO RII 2% curada con UV.



	\bar{e}	S
T=10 seg.	3.317	0,006
T=15 seg.	3.417	0,012
T=20 seg.	3.957	0,006

- Se puede observar como en este caso los valores no aumentan mucho, apareciendo un primer espesor a los 10 segundos de un valor muy alto.
- En esta prueba se muestra como la gráfica al contrario de lo sucedido en la mayoría de los casos crece exponencialmente. Sin embargo sigue una forma similar a la obtenida en esta misma prueba con la luz visible. Esto puede observarse en la siguiente grafica donde se compara la muestra obtenida con filtros ultravioletas y la obtenida sin filtros.

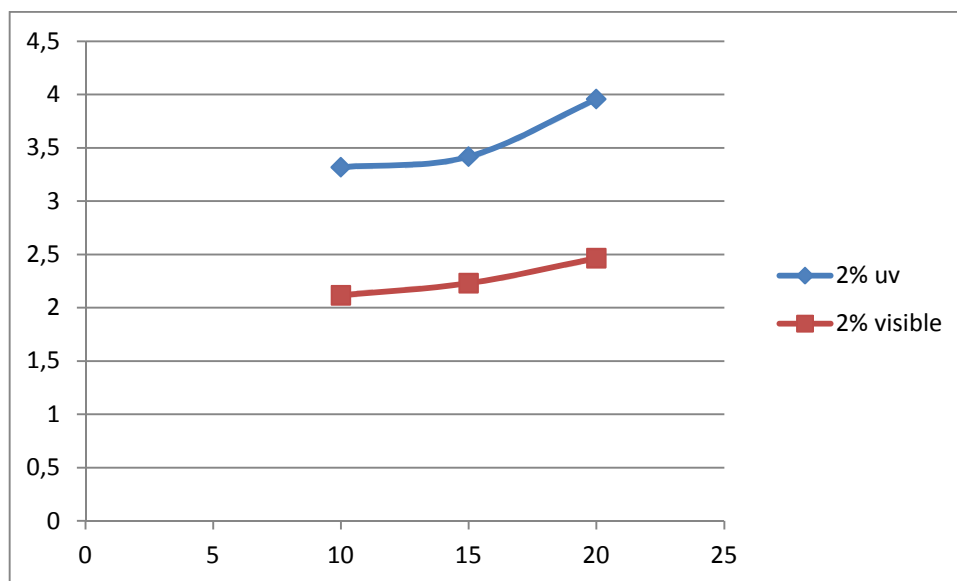


Figura I.8.-Comparación curvas BAPO RII 2%.

- Se puede verificar que la muestra obtenida mediante radiación ultravioleta tiene unos espesores mayores y un comportamiento es similar.

La siguiente concentración tomada es:

	BAPO	RESINA II
Masa[%]	5	95
Masa[gramos]	0.61	11.59

Se observó lo siguiente en el proceso de curación:

- La mezcla de la resina y el fotoiniciador no se realiza cómodamente, debido a que la primera es muy viscosa y densa. Hay problemas con el mezclador y ha de realizarse el procedimiento de mezclado con una varilla metálica.
- El material curado se adhiere mucho al cristal de microscopio.

- La pieza extraída se encuentra a una temperatura elevada, debido a que la reacción es exotérmica.
- El material curado es muy resistente, no pudiéndose fracturar con la manos.
- La apariencia del material curado es amarilla transparente, puede observarse en la figura anterior.
- Aparecen rugosidades en la cara superior del material curado, esto se debe a que al verter el material con la jeringuilla se crean burbujas que se depositan en la superficie de la mezcla antes de ser curada.
- Aparece conicidad, en los laterales de las piezas existe una pequeña inclinación solo observable en aquellas con mayor espesor, y además estos laterales son muy lisos.
- Las medidas de espesor obtenidas son las siguientes:

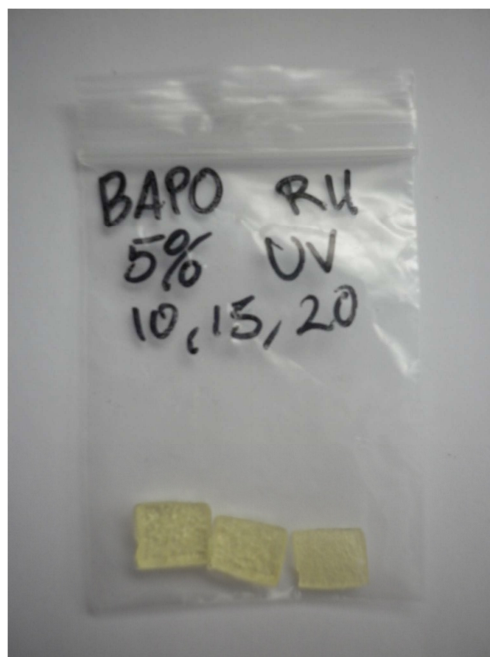


Figura I.9.-Muestra BAPO RII 5% curada con UV:

	\bar{e}	S
T=10 seg.	2.207	0,012
T=15 seg.	3.847	0,006
T=20 seg.	4.140	0,010

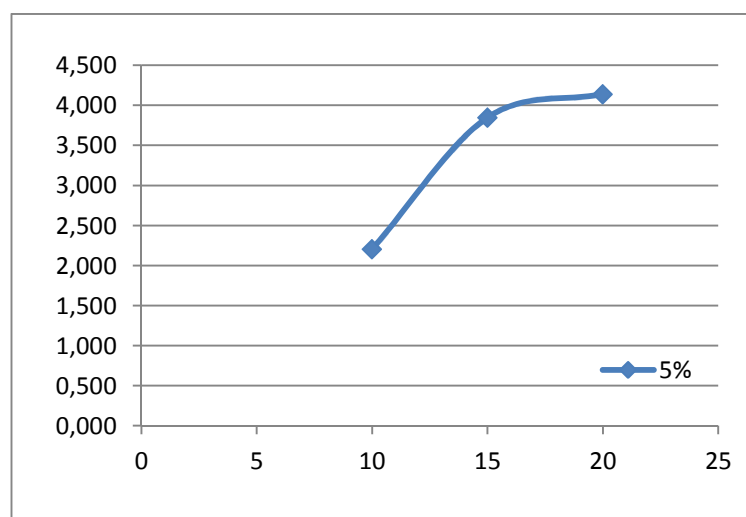


Figura I.10.-Curva espesor-tiempo BAPO RII 5% curada con UV.

- En esta prueba el comportamiento tiende a un límite de espesor.
- En la siguiente gráfica se pueden ver comparadas las muestras obtenidas con filtro ultravioleta y sin filtro.

Anexo I

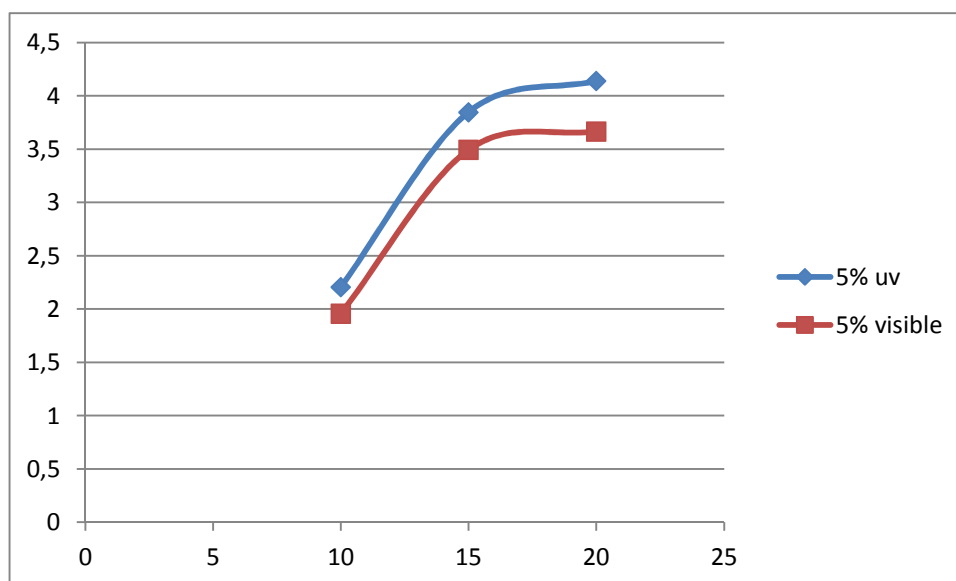


Figura I.11.-Comparaciónn curvas BAPO RII 5%.

- Se puede observar como los dos tienen una forma similar pero el espesor curado con radiación ultravioleta tiene una tasa de curación mayor.

La siguiente concentración tomada es:

	BAPO	RESINA II
Masa[%]	8	92
Masa[gramos]	1.01	11.62

Se observo lo siguiente en el proceso de curación:

- La mezcla de la resina y el fotoiniciador no se realiza cómodamente debido a que la primera es muy viscosa y densa. Hay problemas con el mezclador y ha de realizarse el procedimiento de mezclado con una varilla metálica.
- La pieza extraída se encuentra a una temperatura elevada debido a que la reacción es exotérmica.
- El material curado se adhiere mucho al cristal de microscopio.
- El material curado es muy resistente.
- La apariencia del material curado es amarilla transparente, pudiendose observarse en la imagen.
- Aparecen rugosidades en la cara superior del material curado, esto se debe a que al

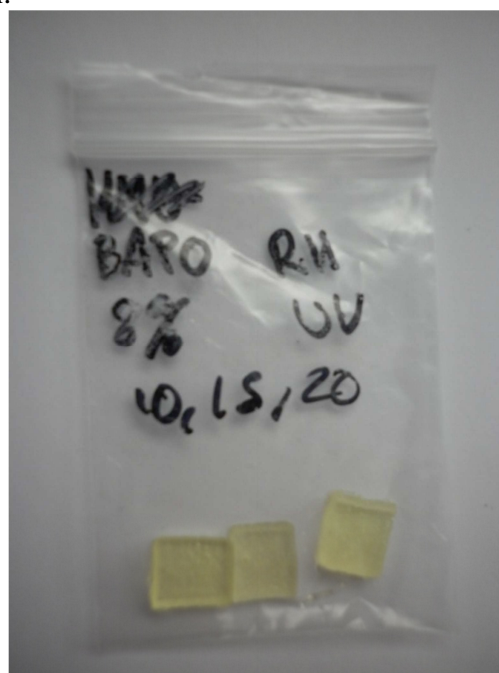


Figura I.12.Muestra BAPO RII 8% curada con UV.

verter el material con la jeringuilla se crean burbujas que se depositan en la superficie de la mezcla antes de ser curada.

- Los laterales de las piezas una pequeña inclinación solo observable en las piezas con mas espesor, y además estos laterales son muy lisos.
- Las medidas de espesor obtenidas son las siguientes:

	\bar{e}	S
T=10 seg.	2,580	0,010
T=15 seg.	3,480	0,010
T=20 seg.	4,127	0,012

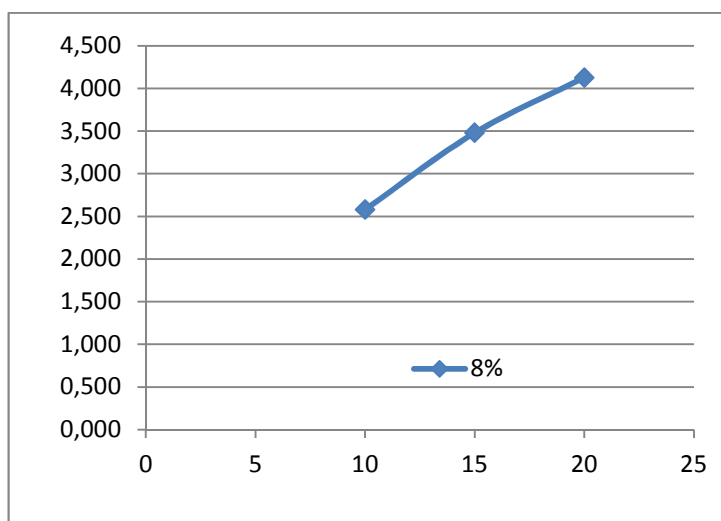


Figura I.13.-Curva espesor-tiempo BAPO RII 8% curada con UV.

- El comportamiento en este caso es más lineal, lo que puede significar que el límite de espesor aun está lejano.
- En la siguiente figura se pueden ver comparadas las muestras obtenidas con filtro ultravioleta y sin filtro.

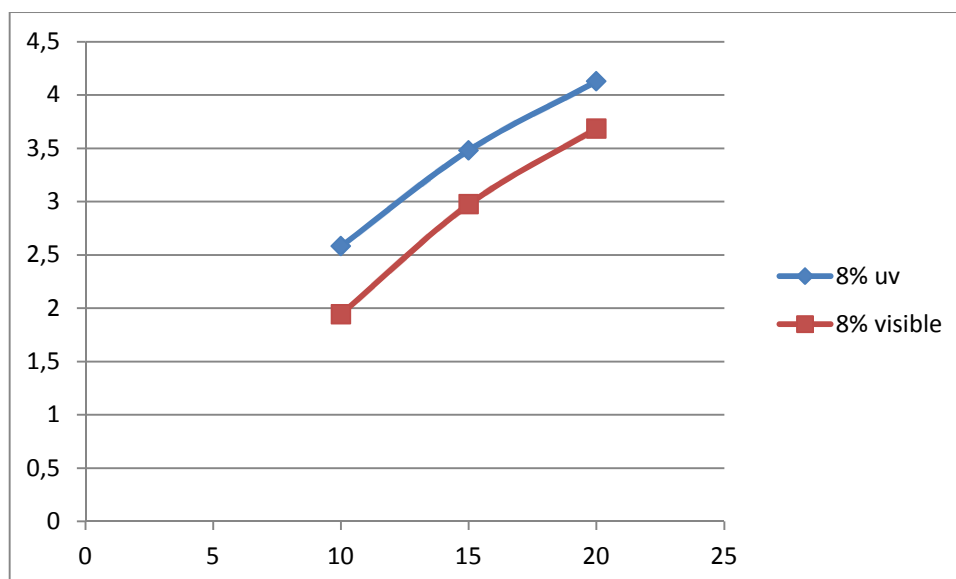


Figura I.14.-Comparación curvas espesor.tiempo BAPO RII 8%.

- Se puede observar que se repite el comportamiento del caso anterior, en cual los dos tienen una forma similar pero el espesor curado con radiación ultravioleta es mayor.

A continuación se plantea una figura en la que aparecen las 3 curvas, obtenidas en este experimento, para esta mezcla de resina y fotoiniciador, y las distintas concentraciones que se han empleado.

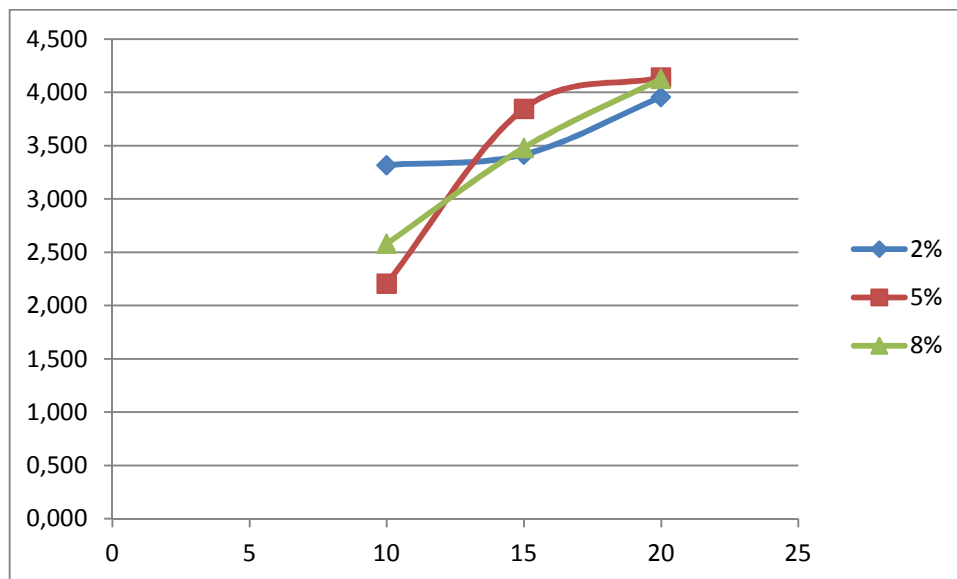


Figura I.15.-Curvas BAPO RII curadas con UV.

Observando la gráfica sorprende el comportamiento presentado por la mezcla al 2% teniendo un comportamiento exponencial creciente. Por otro lado, se observa como conforme aumenta la curación, las curvas adquieren el comportamiento general de tendencia hacia un límite. También es sorprendente la activación que sufre la mezcla del 2%, adquiriendo un primer espesor muy alto a los pocos segundos, este comportamiento es muy interesante para el diseño de la máquina, ya que se obtiene una alta tasa de curación en poco tiempo.

HNU-470 IL + RESINA II

Las cantidades utilizadas son las siguientes:

	HNU-470IL	RESINA II
Masa[%]	2	98
Masa[gramos]	0.24	11.68

Se puede observar lo siguiente:

- Aparece una rugosidad superficial, esto se debe a las burbujas que se crean al añadir material con la jeringuilla.
- La apariencia puede observarse en la imagen.
- Las piezas extraídas tras el curado son muy resistentes, no pudiéndose fracturar con las manos.
- La superficie de la pieza curada cuando se extrae de la cuba está muy viscosa, se recomienda post curado para que la polimerización se complete en la superficie.
- Los laterales de las piezas poseen una pequeña inclinación solo observable en las piezas con mas espesor, y además estos laterales son muy lisos.
- Las medidas de espesor obtenidas son las siguientes

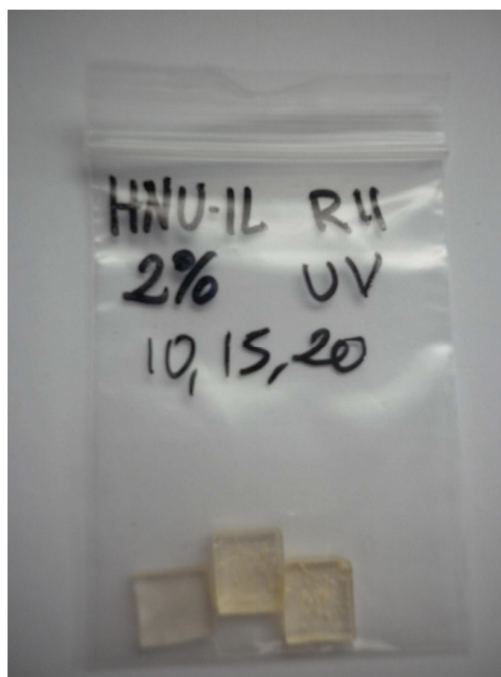


Figura I.16.-Muestra HNU 470 IL RII 2% curada con UV.

	\bar{e}	S
T=10 seg.	2.127	0,006
T=15 seg.	3.940	0,010
T=20 seg.	4.187	0,006

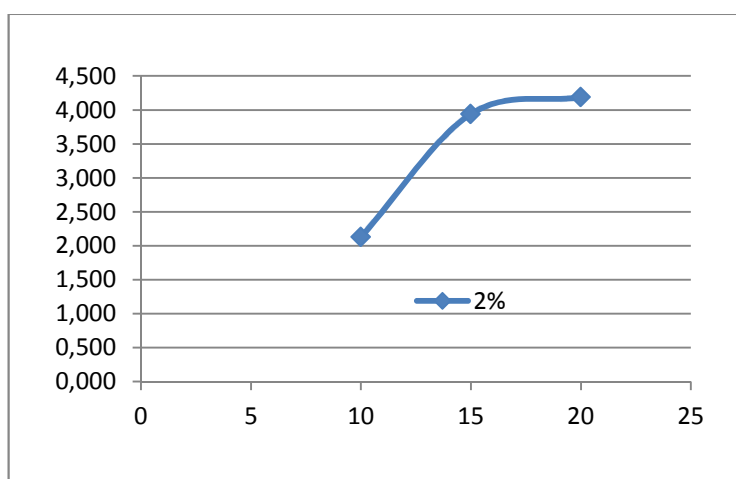


Figura I.17.-Curva espesor-tiempo HNU 470 IL RII 2% curada con UV

- El comportamiento tiende a un límite de espesor de curación conforme aumenta el tiempo de exposición a la luz.

Anexo I

- En la prueba realizada con el filtro ultravioleta no se conseguía curación para esta mezcla en esta concentración, por lo que se deduce que este foto iniciador es más sensible a la radiación ultravioleta.

La siguiente concentración utilizada es:

	HNU-470IL	RESINA II
Masa[%]	5	95
Masa[gramos]	0.62	11.71

Se puede observar lo siguiente:

- Aparece una rugosidad superficial, esto se debe a las burbujas que se crean al añadir material con la jeringuilla.
- La apariencia puede observarse en la imagen.
- Las piezas extraídas tras el curado son muy resistentes, no pudiéndose fracturar con las manos.
- La superficie de la pieza curada cuando se extrae de la cuba está muy viscosa, se recomienda post curado para que la polimerización se complete en la superficie.
- Aparece conicidad. Los laterales de las piezas poseen una pequeña inclinación solo observable en las piezas con mas espesor, y además estos laterales son muy lisos.
- Las medidas de espesor obtenidas son las siguientes:



Figura I.18.-Muestra HNU470 L RII 5% curada con UV.

	\bar{e}	S
T=10 seg.	2.867	0,012
T=15 seg.	3.583	0,006
T=20 seg.	3.747	0,012

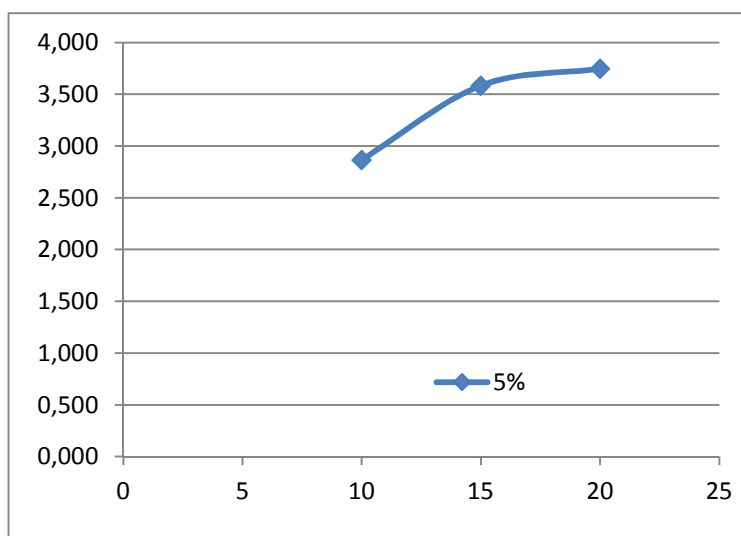


Figura I.19.-Curva espesor-tiempo HNU470 IL RII 5% curada con UV.

- El comportamiento tiende a un límite de espesor de curación conforme aumenta el tiempo de exposición a la luz.
- A continuación se muestra una gráfica donde se pueden ver comparadas las muestras obtenidas mediante radiación ultravioleta y mediante luz visible.

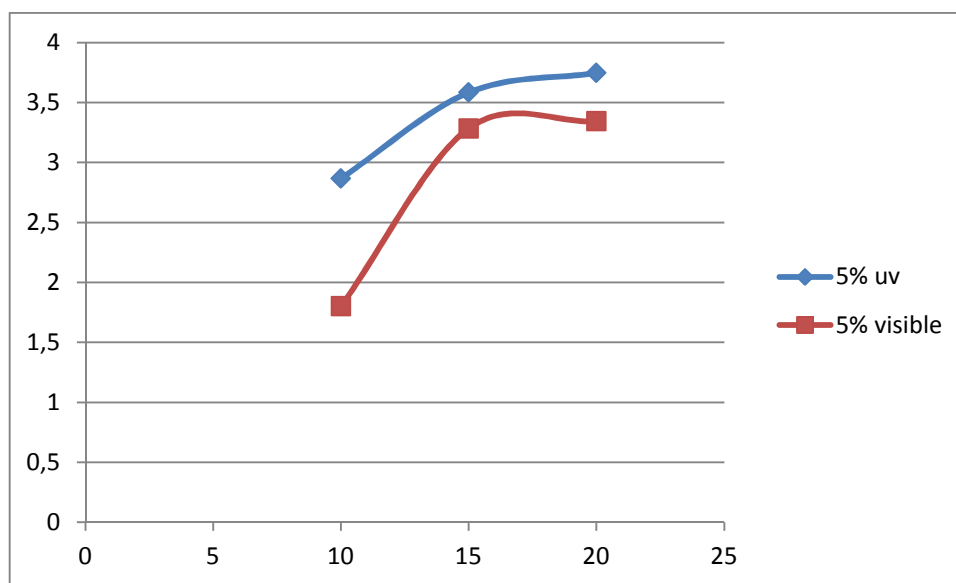


Figura I.20.- Comparación curvas espesor-tiempo HNU470 IL RII 5%.

- Se puede observar que el comportamiento es similar, pero en el caso de la radiación ultravioleta la muestra obtenida tiene un punto inicial mucho mayor, esto puede significar que la energía de activación de la reacción se consigue alcanzar con mayor facilidad con la radiación ultravioleta, y por ello el espesor inicial es mayor.
- Por otro lado, observando la gráfica se repite el comportamiento visto hasta ahora. Las muestras obtenidas con la radiación ultravioleta tienen un espesor mayor y el comportamiento es similar.

Anexo I

Se cumple la progresión del espesor con el tiempo de curado, además se ve como el crecimiento del espesor disminuye del segundo al tercer tiempo estudiado, lo que demuestra la tendencia a un límite del espesor. Más tarde se verá en la grafica donde se comparan ambos.

La siguiente concentración utilizada es:

	HNU-470IL	RESINA II
Masa[%]	8	92
Masa[gramos]	1.01	11.66

Se puede observar lo siguiente:

- Aparecen rugosidades en la cara superior del material curado, esto se debe a que al verter el material con la jeringuilla se crean burbujas, que se depositan en la superficie de la mezcla antes de ser curada.
- La apariencia puede observarse en la imagen.
- Las piezas extraídas son muy resistente, no pudiéndose fracturar con las manos.
- Los laterales de las piezas poseen una pequeña inclinación solo observable en las piezas con mas espesor, y además estos laterales son muy lisos.
- A diferencia de la pieza obtenida en la curación sin radiación ultravioleta, ésta se ha formado bien y con un curado regular para el tiempo de curación de 10 segundos.



Figura I.21.-Muestra HNU470 IL RII 8% curada con UV.

Las medidas de espesor obtenidas son las siguientes:

	\bar{e}	S
T=10 seg.	2,900	0,010
T=15 seg.	3,160	0,000
T=20 seg.	3,950	0,000

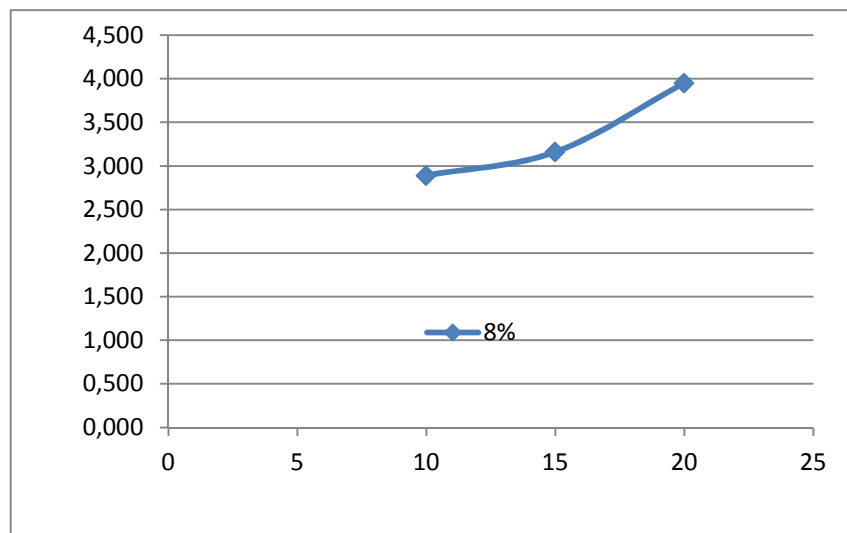


Figura I.22.-Curva espesor-tiempo HNU470 IL RII 8% curada con UV.

- Aparece una curva creciente.
- En la siguiente gráfica se pueden ver comparadas las muestras obtenidas con filtro ultravioleta y sin filtro.

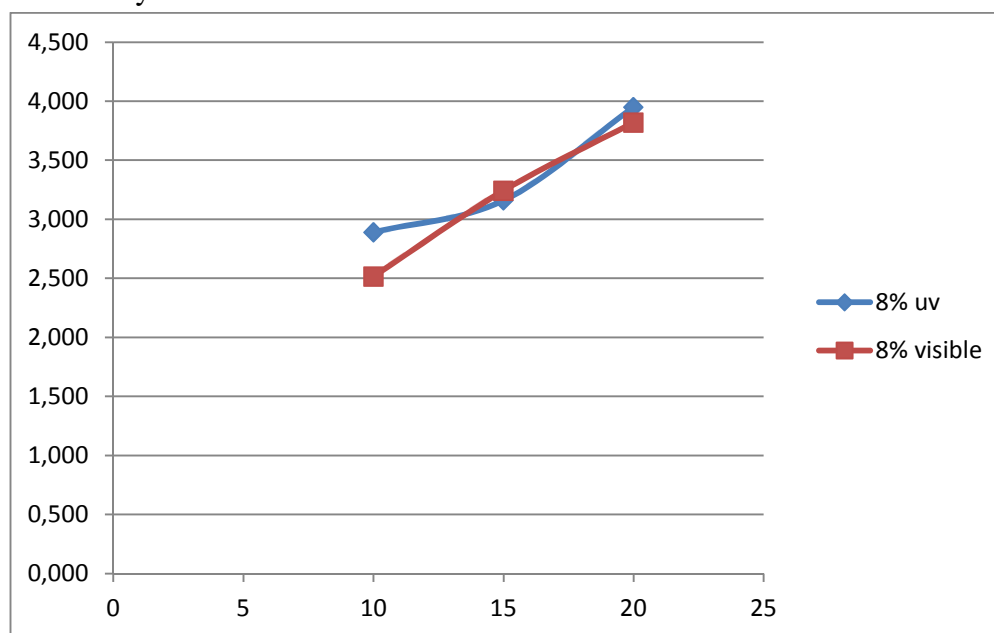


Figura I.23.- Comparación curvas espesor-tiempo HNU470 IL RII 8%.

- Se puede observar como en esta concentración el espesor curado para el menor tiempo es mayor en el caso de la curación con radiación ultravioleta. Esto se ha podido observar que ocurre en todos los casos.
- En este ensayo los resultados son diferentes, debido a que en el punto central el espesor obtenido mediante luz visible es mayor que el obtenido con luz ultravioleta. Como solo ha ocurrido una vez, ha podido deberse a un error durante la realización del experimento.

Anexo I

A continuación se plantea una gráfica en la que aparecen la 3 curvas obtenidas en este experimento para esta mezcla de resina y fotoiniciador, y las distintas concentraciones que se han empleado.

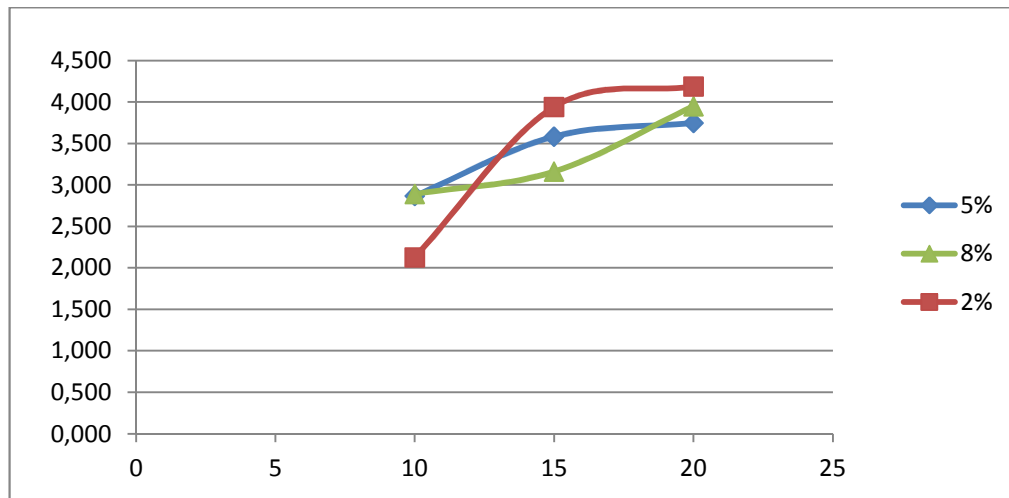


Figura I.24.-Curvas HANU470 IL RII curadas con UV.

Al contrario de lo sucedido con la anterior mezcla, en esta serie de pruebas la mezcla con menor concentración de foto iniciador obtiene un espesor inicial menor, estabilizándose para el resto de concentración en un valor similar. El comportamiento difiere mucho de una concentración a otra, como puede observarse en la gráfica.

RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS

BAPO RI							
% Fotoiniciador	% Resina	M Fotoiniciador [gramos]	M Resina [gramos]	Tiempo (segundos)	Espesor [mm]	S	Velocidad [mm/s]
2	98	0,23	11,18	10	2,563	0,006	0,256
2	98	0,23	11,18	15	3,250	0,017	0,217
2	98	0,23	11,18	20	3,260	0,010	0,163
5	95	0,60	11,32	10	-	-	-
5	95	0,60	11,32	15	-	-	-
5	95	0,60	11,32	20	-	-	-
8	92	0,98	11,26	10	-	-	-
8	92	0,98	11,26	15	-	-	-
8	92	0,98	11,26	20	-	-	-

Tabla I.1.-Datos BAPO RI con UV.

BAPO RII							
% Fotoiniciador	% Resina	M Fotoiniciador [gramos]	M Resina [gramos]	Tiempo (segundos)	Espesor [mm]	S	Velocidad [mm/s]
2	98	0,24	11,67	10	3,317	0,006	0,332
2	98	0,24	11,67	15	3,417	0,012	0,228
2	98	0,24	11,67	20	3,957	0,006	0,198
5	95	0,61	11,59	10	2,207	0,012	0,221
5	95	0,61	11,59	15	3,847	0,006	0,256
5	95	0,61	11,59	20	4,140	0,010	0,207
8	92	1,01	11,62	10	2,580	0,010	0,258
8	92	1,01	11,62	15	3,480	0,010	0,232
8	92	1,01	11,62	20	4,127	0,012	0,206

Tabla I.2.-Datos BAPO RII con UV.

HNU-IL RII							
% Fotoiniciador	% Resina	M Fotoiniciador [gramos]	M Resina [gramos]	Tiempo (segundos)	Espesor [mm]	S	Velocidad [mm/s]
2	98	0,24	11,68	10	2,127	0,006	0,213
2	98	0,24	11,68	15	3,940	0,010	0,263
2	98	0,24	11,68	20	4,187	0,006	0,209
5	95	0,62	11,71	10	2,867	0,012	0,287
5	95	0,62	11,71	15	3,583	0,006	0,239
5	95	0,62	11,71	20	3,747	0,012	0,187
8	92	1,01	11,66	10	2,890	0,010	0,289
8	92	1,01	11,66	15	3,160	0,000	0,211
8	92	1,01	11,66	20	3,950	0,000	0,198

Tabla I.3.-Datos HNU 470 IL RII con UV.

ANEXO J. Planos del prediseño

En este anexo se encuentran los planos del prediseño.

1. Plano de conjunto de la estructura.
2. Plano de conjunto de columna.
3. Plano de despiece placa de curado móvil.
4. Plano de conjunto de la cuba.
5. Plano de despiece de la cuba.

1

2

3

4

A

A

B

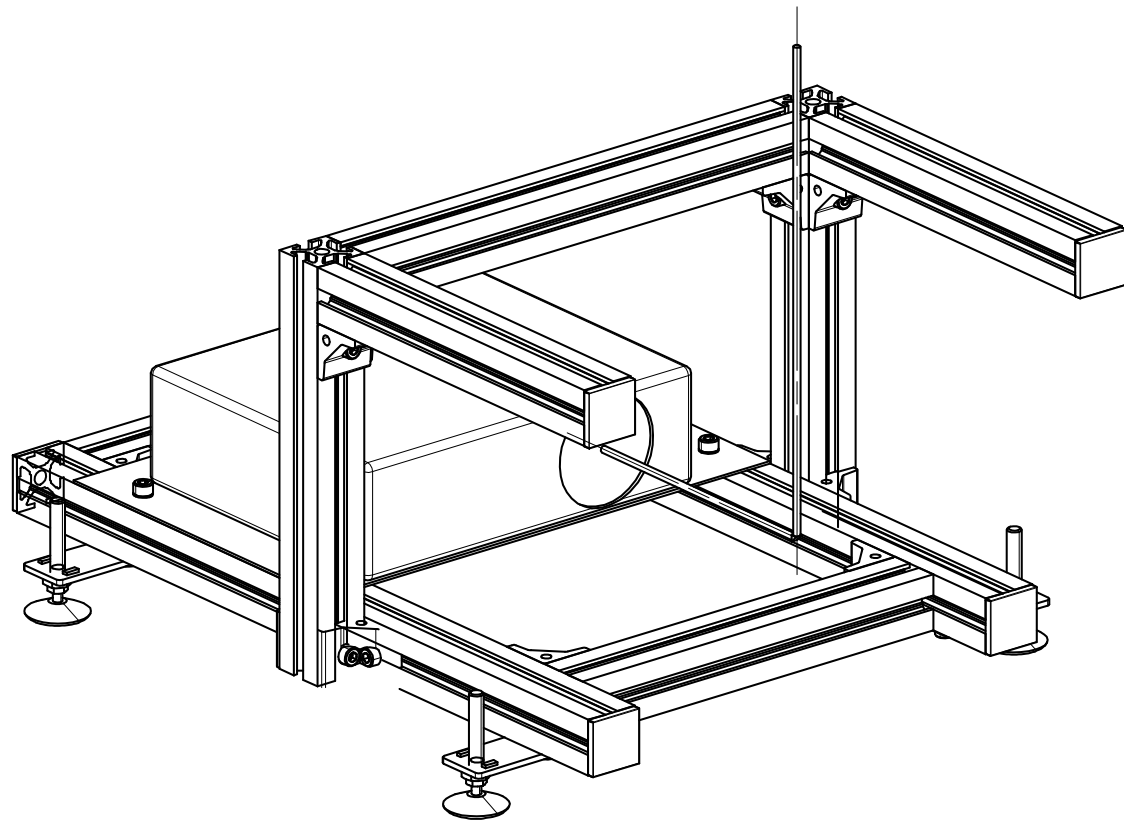
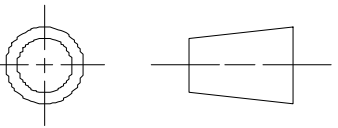
B

C

C

D

D



15	DIN 912_M8X16	32
14	ARANDELA AET M8 - MK_K111010017	32
13	TUERCA MK_M8_34.06.0002	32
12	PLACA RECTA MK_50.05.0077	4
11	PATA MK_B67.02.057	4
10	TAPA MK_2507	6
9	ESCUADRA MK_82_40_0747	4
8	ESCUADRA MK_82.40.0742	8
7	SOPORTE PROYECTOR_06	1
6	CONJUNTO_PROYECTOR	1
5	PROYECTOR	1
4	PERFIL MK_54.01.0380	1
3	PERFIL MK_54.01.0280	2
2	PERFIL MK_54.01.0300	4
1	PERFIL MK_54.01.0600	2
PC NO	PART NAME	QTY

SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A4	Estructura_06	A
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1	

ALL DIMENSIONS IN mm

1

2

3

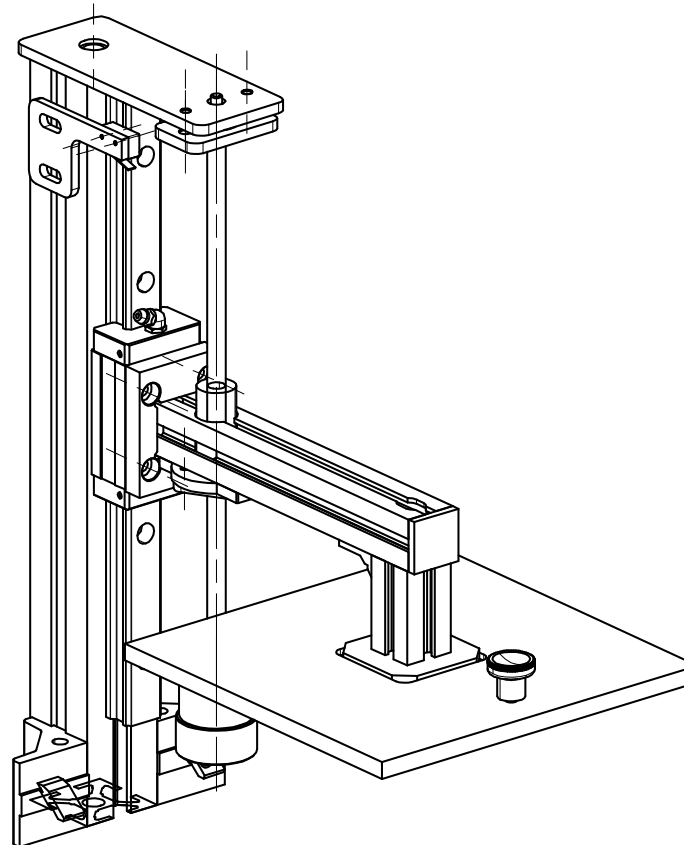
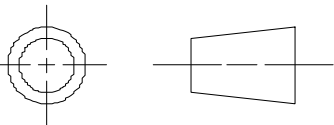
4

1

2

3

4



24	DIN 912_M8X16	4
23	ARANDELA AET M8 - MK_K111010017	4
22	TUERCA MK_M8_34.06.0002	4
21	TAPA SOPORTE MOTOR_06	1
20	ACOPLAMIENTO_GSF_SIZE_1_2AA971NNN UUU_GAESSA	1
19	SOPORTE MOTOR_06	1
18	GUIA THK_SHS20V1SS300300B_M6F110_5000	1
17	GUIA THK_SHS20V1SS300300B_M6F110_5000_3	1
16	GUIA THK_SHS20V1SS300300B_M6F110_5000_2	1
15	MICROINTERRUPTOR_05	2
14	SOPORTE DETECTOR_05	2
13	TIRADOR ELESA_EKK_21_P_M5X10_C1	1
12	PLACA_CURADO_MOVIL_05	1
11	PLACA_CURADO_05	1
10	PERFIL MK_25.01.0045	1
9	ESCUADRA MK_25.50.1010	1
8	TAPA MK_25_50_8000	1
7	EJE_ROSCADO_04	1
6	SOPORTE_TUERCA_05	1
5	LEAD_SCREW_NUT_ZBXANR-037-0100-BZ 00_STP	1
4	PERFIL MK_25.01.0180	1
3	PLACA_INTERMEDIA_05_V2	1
2	ESCUADRA MK_82_40_0747	2
1	PERFIL MK_54.01.0360	1
PC NO	PART NAME	QTY

SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED		TITLE		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A4	Parte_movil_06	A
		SCALE 1:1		SHEET 2 OF 3

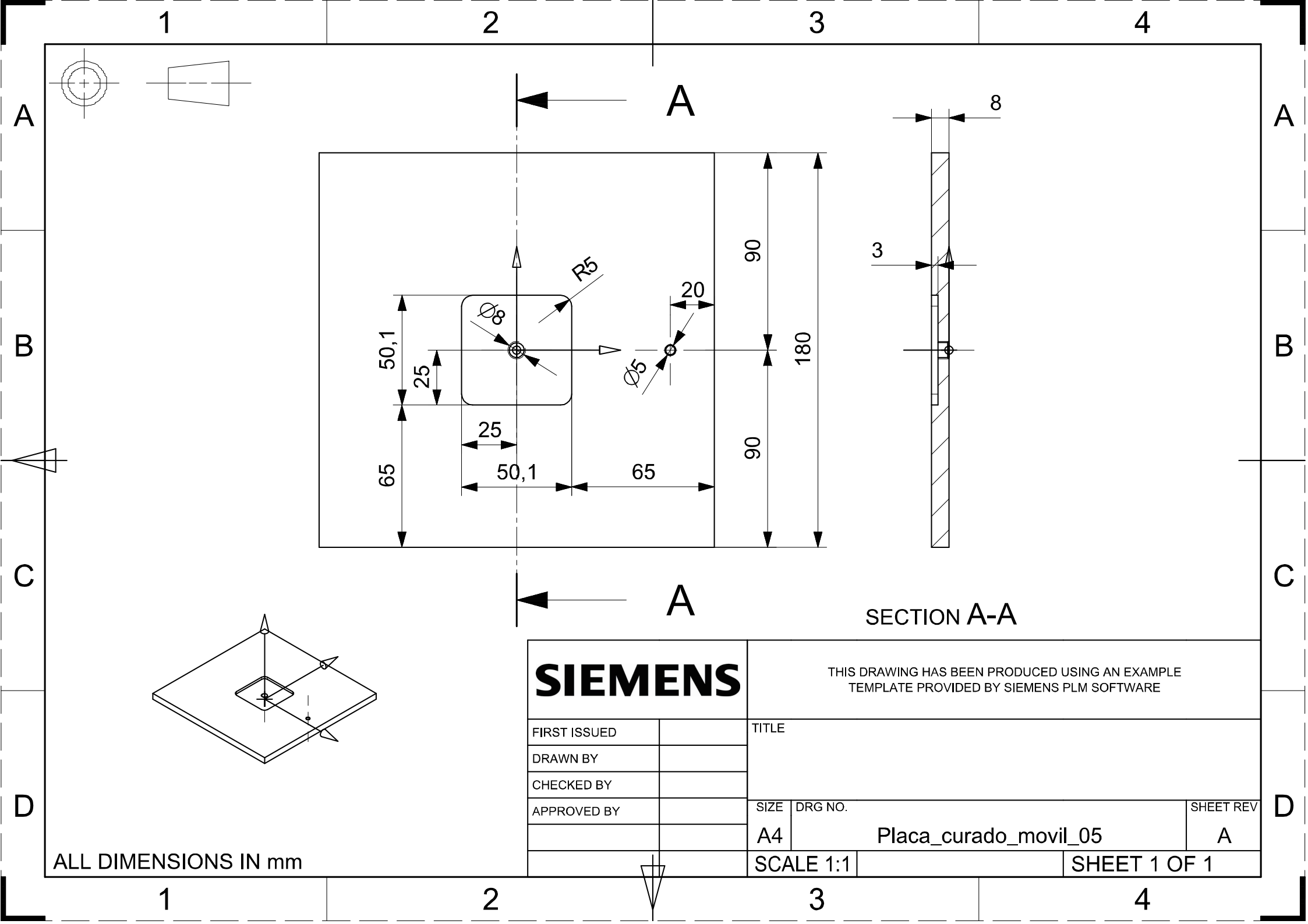
ALL DIMENSIONS IN mm

1

2

3

4



ALL DIMENSIONS IN mm

SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED

DRAWN BY

CHECKED BY

APPROVED BY

TITLE

SIZE

A4

SCALE 1:1

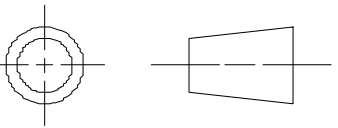
DRG NO.

Placa_curado_movil_05

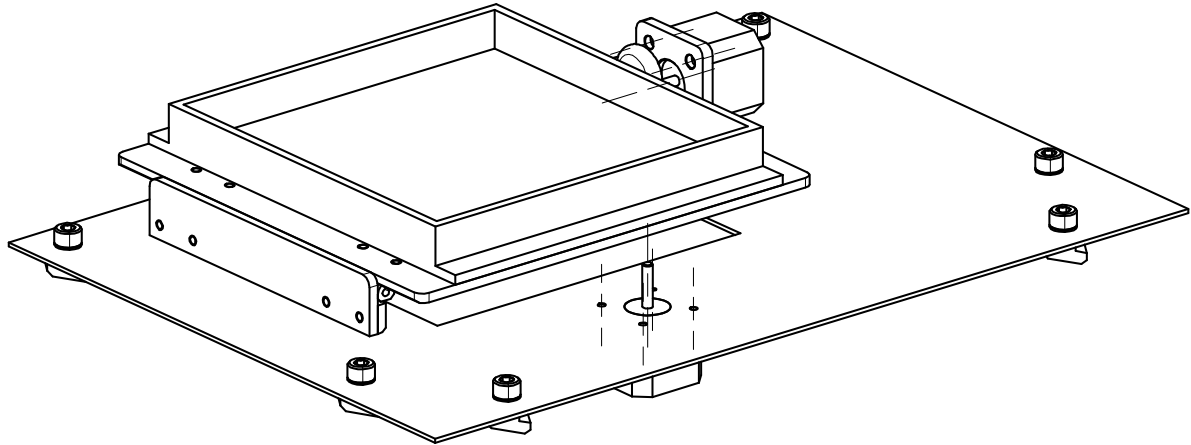
SHEET REV

A

SHEET 1 OF 1



13	DIN 912_M8X16	6
12	ARANDELA AET M8 - MK_K111010017	6
11	TUERCA MK_M8_34.06.0002	6
10	EXCENTRICA_06	2
9	SOPORTE_MOTOR_TILT_0 6	1
8	MUELLE_05	2
7	PLACA SOPORTE BISAGRAS_05	1
6	SHOULDER_SCREW_ISO_ 7379_6_M5_30	2
5	BISAGRA MK B46_01_033	2
4	PLACA_INCLINACION_CU BA_05	1
3	MOTOR_SM-42BYG011-25	2
2	CUBA_RESINA	1
1	PLACA_BASE_06	1
PC NO	PART NAME	QTY



SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED
DRAWN BY
CHECKED BY
APPROVED BY

TITLE					
			SIZE	DRG NO.	SHEET REV
			A4	Soporte_cuna_06	

SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1
-----------	--------------

ALL DIMENSIONS IN mm

