

GRADUA: Industria Antolakuntzaren Ingeniaritzako  
Gradua

# GRADU AMAIERAKO LANA

*ERREALITATE BIRTUALA ETA  
AREAGOTUAREN APLIKAZIOAK ENPRESAN*

**Ikaslea:** Perez Loperena, Itsaso

**Zuzendaria:** Aranburu Amiano, Ibon

**Ikasturtea:** 2017-2018

**Data:** Bilbo, 2018ko Uztailaren 16a



## LABURPENA

Teknologia berritzaileen garapenaren eta gizartearen eskakizun berrien baturaren ondorioz, ondasunak ekoizteko modu desberdinak agertu dira. Horrela, Industria 4.0 deituriko iraultza industrialak hasi da eta horrek errealitate birtuala eta errealitate areagotua industrian sartzea ekarri du, besteak beste.

Izenei erreparatuz deduzitu daitekeen bezala, errealitate birtuala informatikoki sortutako alegiazko ingurunea da; errealitate areagotua, ordea, gure munduari informazio digitala gainjartzean datza; eta hasiera batean zientzia fikzioa ematen duten arren, gaur egun hezkuntzan, osasungintzan eta beste hainbat alorretan erabiliak direla egia bat da, dagoeneko aipatutako industriaz gain.

Orobat, teknologia horiek sektore industrialean eskaintzen dituzten onurak ugariak direla behatu da proiektu honetan, baita erabili ahal izateko gailuen aukera zabala dela ere. Horrek azaltzen du EAEan arlo honetan jarduten duten hainbat enpresa aurkitu izana lanean egindako merkatu azterketan.

Gainera, merkatu azterketan aurkitutako enpresei gaiaren inguruko inkesta bat egin zaie eta bertatik VR/AR enpresen ezaugarrien, gailu erabilienean eta sistemen prezioen inguruko ondorio batzuk atera ahal izan dira.

Bestalde, proiektu honi esker, teknologia horien inguruko gaur egungo egoera ezagutzeaz gain, etorkizunerako dauden aurreikuspenak jakin eta bi aplikazio zehatzen kasu praktiko aurkezten dira, teknologiak ezartzerako orduan lagungarria izan daitezkeen.

**Hitz gakoak:** errealitate birtuala, errealitate areagotua, industria, enpresa, aplikazio industrialak

## RESUMEN

En consecuencia a la suma del desarrollo de tecnologías innovadoras y las nuevas demandas de la sociedad, han aparecido diferentes métodos de producir bienes. Por consiguiente, ha comenzado la cuarta revolución industrial, también llamada Industria 4.0, y ha traído consigo la incorporación de la Realidad Virtual y Realidad Aumentada en las empresas, entre otras tantas innovaciones.

Tal y como se puede deducir de los nombres, la Realidad Virtual es un entorno ficticio creado informáticamente; en cambio, la Realidad Aumentada trata de superponer información digital a nuestro mundo; y aunque parezca ciencia ficción, hoy en día ya son empleados en la educación, la sanidad y otros muchos campos, además de la ya mencionada industria.

Asimismo, en este proyecto se ha observado que dichas tecnologías ofrecen numerosos beneficios en el sector industrial, además de que también hay una amplia variedad entre los dispositivos para utilizar ambas tecnologías. Esto explica que se



hayan detectado varias empresas dentro de la CAV que se dedican a esta área en el estudio de mercado realizado en el trabajo.

Además, a las empresas que se encontraron en el estudio de mercado se les hizo una encuesta sobre el tema y se pudieron sacar conclusiones acerca de las características de las empresas de VR/AR, los dispositivos más utilizados y los precios de los sistemas.

Por otra parte, gracias a este proyecto, además de conocer la situación actual de estas tecnologías, se saben las previsiones de futuro y se plantean los casos prácticos de dos posibles aplicaciones, para que a la hora de implantar las tecnologías sean de ayuda.

**Palabras clave:** Realidad Virtual, Realidad Aumentada, industria, empresa, aplicación industrial

## **ABSTRACT**

As a consequence of the development of innovative technologies and the new demands of society, different methods of production have appeared. Therefore, it can be said that the fourth industrial revolution has begun, also known as Industry 4.0. This industry has brought, among many other innovations, the incorporation of Virtual Reality and Augmented Reality to companies.

As it can be deduced from their names, while the Virtual Reality is a fictional environment created informatically, the Augmented Reality tries to superimpose digital information on our world. Indeed, although it looks like science fiction, both of them have already been employed in education, health and many other fields, in addition to the aforementioned industry.

Moreover, as it has been observed in the present project, these technologies offer numerous benefits in the industrial sector. Certainly, a wide variety of devices have been created in order to use these technologies effectively. As a consequence, the market study that is made at work found out that several companies that are dedicated to this area have been detected within the BAC.

In addition, the companies that were found in the market study were surveyed on the subject and conclusions could be drawn about the characteristics of the VR / AR companies, the most used devices and the prices of the systems.

Finally, thanks to this project, in addition to a deep understanding of the current situation of these technologies, a future forecast and two case studies have been developed, with the objective of achieving a more effective implementation of these technologies.

**Keywords:** Virtual Reality, Augmented Reality, industry, factory, industrial application



## IRUDIEN ZERRENDA

|   |    |
|---|----|
| Irudia 1: VR eta ARaren denbora-ardatza .....                               | 15 |
| Irudia 2: CEITen ukipen-gailua.....   | 17 |
| Irudia 3: Illinois Unibertsitateko CAVE gela .....                          | 18 |
| Irudia 4: RV-CAD zirriborro sistema .....                                   | 19 |
| Irudia 5: Marc Fugeren forma-askeko diseinatze sistema .....                | 26 |
| Irudia 6: 3DNBHI sistema.....   | 27 |
| Irudia 7: Shenek, Ongek eta Neek proposatutako ingurune kolaboratiboa ..... | 28 |
| Irudia 8: Betaurreko pasibo anaglifoak.....                                 | 30 |
| Irudia 9: Betaurreko pasibo polarizatuak.....                               | 30 |
| Irudia 10: Betaurreko aktiboak .....  | 31 |
| Irudia 11: Gartnerren hiperzikloa.....                                      | 39 |
| Irudia 12: Gantt diagrama .....   | 54 |

## TAULEN ZERRENDA

|   |    |
|---|----|
| Taula 1: EAEko VR/AR enpresak.....  | 45 |
| Taula 2: Egutegia.....  | 54 |
| Taula 3: Erantzulearen ezaugarriak .....  | 57 |
| Taula 4: Enpresaren ezaugarriak.....  | 58 |
| Taula 5: Enpresak eskaintzen dituen produktu eta zerbitzuak.....                  | 59 |
| Taula 6: AR eta VR teknologiak .....  | 60 |
| Taula 7: Produktu eta zerbitzu horiek garatzeko beharrezko osagai teknikoak ..... | 61 |
| Taula 8: Arlo ekonomikoa .....  | 63 |
| Taula 9: Barne-orduak .....   | 66 |
| Taula 10: Amortizazioak .....   | 66 |
| Taula 11: Gastuak.....  | 66 |
| Taula 12: Kostu zuzenak.....  | 67 |
| Taula 13: Kostu ez-zuzenak.....   | 67 |
| Taula 14: Kostu totala .....  | 67 |

## AKRONIMOEN ZERRENDA

|      |  |
|------|--|
| VR   | <i>Virtual Reality / Errealitate birtuala</i>    |
| AR   | <i>Augmented Reality / Errealitate areagotua</i> |
| MR   | <i>Mixed Reality / Errealitate mistoa</i>        |
| HMD  | <i>Head Mounted Display</i>                      |
| CAVE | <i>Cave Automatic Virtual Environment</i>        |
| VMD  | <i>Virtual Model Display</i>                     |



# AURKIBIDEA

|  |           |
|--|-----------|
| <b>AURKIBIDEA</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>MEMORIA</b> .....   | <b>5</b>  |
| 1. SARRERA .....   | 6         |
| 2. HELBURUA ETA IRISMENA .....                                     | 8         |
| 3. TESTUINGURUA.....   | 9         |
| 4. PROIEKTUAREN ONURAK.....  | 11        |
| 5. ARTEAREN EGOERA.....  | 12        |
| 6. ETORKIZUNEKO APLIKAZIOAK .....                                  | 39        |
| <b>GAIAREN AZTERKETA PRAKTIKOA</b> .....                           | <b>41</b> |
| 1. MERKATUAREN AZTERKETA.....                                      | 42        |
| 2. KASU PRAKTIKOA.....   | 46        |
| <b>METODOLOGIA</b> .....   | <b>52</b> |
| 1. PROZEDURAREN DESKRIBAPENA .....                                 | 53        |
| 2. GANTT DIAGRAMA.....   | 54        |
| 3. EMAITZEN DESKRIBAPENA: GALDETEGIAREN ERANTZUNEN AZTERKETA ..... | 57        |
| <b>ASPEKTU EKONOMIKOAK: AURREKONTUA</b> .....                      | <b>65</b> |
| <b>ONDORIOAK</b> .....   | <b>68</b> |
| <b>INFORMAZIO ITURRIAK</b> .....                                   | <b>71</b> |
| <b>Eranskina I: AR/VR TEKNOLOGIEN INGURUKO GALDETEGIA</b> .....    | <b>74</b> |



# MEMORIA

# 1. SARRERA

---

Jakina den bezala, mendeetan zehar, ondasunak (elikagaiak, arropa, etxeak edota armak, besteak beste) eskuz edo, gehienez jota, animalien laguntzaz ekoizten ziren, baina XVIII. mendetik aurrera, drastikoki aldatu ziren fabrikatzeko metodoak. Gaur egun, aldaketa hori lehen industria-iraultza bezala ezagutzen da baina orduetik, aurrerapen gehiago izan ditu eta eboluzioa ikusgarria izan da.

Orobat, lehen industria-iraultzak XVIII. mendearen bigarren erdian du bere hasiera, Britainia Handia bere sorburua izanik, eta ondasunen ekoizpena lurrun-makinetatik sortutako energia erabiltzen zuten tresnerian oinarritzen hasi zen, horrela, ekonomia industrialago bat bultzatuz.

Bigarren industria-iraultzari, aldiz, XIX. mendearen erdialdean ekin zitzaion. Beronek kateko ekoizpena zabaldu zuen industrian, eginkizunen banaketari eta energia-iturri berriei esker.

Bestalde, XX. mendearen bukaeran eta XXI.aren hasieran, hirugarren industria-iraultza, iraultza zientifiko-teknologiko bezala ere ezagutua, eman zen eta izenak adierazten duen bezala, informatika eta elektronikaren erabileran oinarritu zen ekoizpen automatizatua aurrera eramateko.

Azkenik, gaur egungo egoerara hurbilduz, XXI. mendeak, laugarren industria-iraultzaren agerpena eta kontzeptu honen garapena ekarri du berarekin. Iraultza horri Industria 4.0 izena eman zaio eta terminoa Alemaniako gobernuak sustatutako proiektu batetik sortu zen, *Fabrika Adimenduna* asmatu nahian.

Industria 4.0 kontzeptua sistema ziberfisikoetan dago oinarrituta eta informazioa partekatu, aztertu eta eginkizun adimendunak gidatzeko erabiltzea ahalbideratzen du, baita lantegiak optimizatzea ere. Orokorrean, esan daiteke hiru funtzio dituela, nahiz eta hirurek zerikusia duten haien artean: alde batetik, erlazio tekniko-ekonomiko arruntak eta sare konplexuen arteko integrazioa eta digitalizazioa; bestetik, eskaintzen diren produktu edota zerbitzuen digitalizazioa; eta, bukatzeko, merkatu-eredu berrien sorkuntza.

Bestalde, Industria 4.0k bere barnean hartzen dituen teknologiak aipatzearren, jarraian zerrendatuko direnak dira: fabrikazio gehigarria, Gauzen Internet-a (IoT izenarekin ezagunagoa), robotika malgu eta kolaboratiboa, sistema ziberfisikoak, eta, azkenik, lan honen ardatz izango diren errealitate birtual eta areagotua.

Industriaren eraldaketa zorrotz horrek errealitate birtual eta areagotuaren inguruko ezagutzen sakontzea eta horien garapena eta hedapena bultzatu du azken urteotan. Beraz, aurreko mendearen lehen erdian zientzia-fikzioa ziruditen teknologia horiei erabilera desberdin mordoa bilatu zaizkie gizartearen arlo guztiz desberdinetan: medikuntzan, hezkuntzan, arlo militarrean, aisian eta eraikuntzan, esate baterako, besteak beste.

Halaber, aipatzekoak dira ere ingeniartzaren arloan, industria edo enpresen munduan aurkitu zaizkien erabilera anitzak, bai langileen trebakuntzan, bai segurtasun



sailean edota produktu eta prozesuen diseinu zein ekoizpenean ere, kasu askotan, kostuen murrizketa bat emanez.

Errealitate birtualaren eta areagotuaren aplikazio horiek guztiak eta potentzialak ikusirik, hainbat erakundek horren inguruko ikerketak eraman dituzte aurrera.

Horren adibide da INTUITION sareak (errealitate birtual eta areagotuan interesa duten eta etorkizuneko oinarrizko teknologiatzat dituzten 60 erakundeek osatzen duten bikaintasunaren sare europarra) 2005etik 2008ra prozesu industrialetan ingurune birtualen ezartzea errazteko eginiko lanak, baita ezarpen horren eraginaren ebaluaketa ere.

Horrela, INTUITIONek sareko erabiltzaile-taldeek eta sektore teknologikoen ikuspegi eta ikerketaren beharrianak bildu eta egituratu zituen. Ondorioz, lehentasun orokorrak identifikatu zituzten, bi multzotan sailkatuz: alde batetik, errealitate birtualaren eta areagotuaren teknologien erremintaren alderdia; eta bestetik, edukiaren alderdia.

Era berean, errealitate birtual eta areagotuen teknologien ikerketa arloak giza eta konputagailuen elkarrekintzen beste eremuetatik mugatzeko, ondorengo definizioa eman zuen sareak:

*“ Errealitate birtual eta areagotuaren teknologiak irudikapen multisentsorial espazialean, elkarrekintzan eta presentzian ardazten dira, denbora errealeko simulazio-teknikekin eta ingurune birtual kudeatuekin konbinatuz. ”*

(Talaba, D., Amditis, A., 2008)





## 2. HELBURUA ETA IRISMENA

---

### 2.1. HELBURUA

Proiektu honen helburu nagusienak bi direla esan daiteke. Alde batetik, lan honen bitartez, errealitate birtualak eta errealitate areagotuak gaur egungo enpresetan ematen dituen aukerak eta eduki ditzaketen onurak ikertu nahi dira. Bestetik, teknologia hauek aplikatzeko beharrezko baliabideak aztertu eta hauen kostuak balioesten saiatuko da.

Era berean, teknologia hauek gaur egun enpresa industrialetan duten erabilpena eta etorkizunean izan dezaketena alderatzea du xede lanak.

Horrez gain, merkatu azterketa bat egin ondoren, ezarpen praktiko batzuk planteatuko dira eta horien estimazio ekonomiko bat egiten saiatuko da, etorkizunean enpresa industrialen batek bere lantegian ezarri nahi izanez gero, adibide modura edukitzeko.

### 2.2. IRISMENA

Proiektuaren gaia bi teknologia zehatzetan ardaizten den arren, beharrezkoa da lanaren irispena definitzea, gaia bere horretan nahiko zabala baita. Izan ere, analizatutako aplikazioak eta gailu kopurua ia mugagabeak izan daitezke eta merkatu azterketak eta galdetegiak bere baitan hartu dezaketen eremua mundu mailaraino zabal daiteke. Beraz, beharrezkoa da muga batzuk jartzea.

Alde batetik, proiektuaren muina errealitate birtualak eta errealitate areagotuak industrian dituzten aplikazioak ikusi eta aztertzea denez, ahalik eta aplikazio gehien bilatuko dira, muga bakarra sektore industrialak izanik, hau da, hezkuntzan, osasungintzan eta beste sektoreetan sakondu gabe, eta berdin egingo da interfaze edo gailuak zerrendatzerako orduan.

Merkatu azterketa eta galdetegia sortu eta erabiltzerako garaian, ordea, Euskal Autonomia Erkidegoko enpresatara mugatu gara, teknologia horiek gure eremuan duten egoera bistartzeko eta gure baliabide mugatuak direla eta.

### 3. TESTUINGURUA

---

Errealitate birtualaren eta areagotuaren garapena, beste hainbat teknologia berritzaileenarekin batera ematen ari da, dagoeneko aipatu den Industria 4.0 kontzeptuak gizartearen arlo sozioekonomiko kulturean garrantzia izugarri handitzen ari den testuinguru batean.

Garrantzi horren arrazoi nagusia, inguru lehiakorrago batean aurkitzen garela da, merkatuak gero eta zabalagoak diren ondorio. Beraz, aldaketak beharrezkoak dira lehiakideei aurre hartu eta ahalik eta modu efikazenean gizarte globalizatu honetan bizirauteko.

Hori dela eta, sektore industrialak garrantzizko papera jokatu posible eta behar du hainbat herrialderen hazkunde ekonomikoan, besteak beste Espainiarenean, eta, horregatik, sektore honek barne-produktu gordinean (BPGd) duen parte-hartzea handitzea helburutzat duten ekimen mordoa ari dira jartzen martxan, Espainiako Industria Conectada 4.0 izenekoa, besteak beste.

Orobat, produktua, prozesua eta negozio-ereduak ziren enpresek kontuan zituzten oinarrizko hiru ardatzak iraultza horren agerpena baino lehenago. Baina eraldaketa digital horrek balio erantsi handiagoko produktuak sortzea eta ekoizpen-prozesu efizienteagoak edukitzea ahalbideratuko du eta, aldi berean, negozio mota berriak agertzeko bidea irekiko du. Horrela, XXI. mendeak sektore industrialari ekarri dion beharizan nagusiari erantzuna emanez, hau da, lehiakorra izatearen beharri erantzunez. Eraldaketa horretan, berrikuntza indibiduala atzera utzi eta sinergiak bilatzen dira, non berrikuntzak hainbat erakunderen artean sortu eta guztiei mesede egingo dieten. Horretarako, berrikuntza horiek sustatzeko, metodo kolaboratiboak erabiltzen hasi dira.

Halaber, bezero eta erabiltzaileen nahi eta beharrak aldatzen doaz eta eskaria ahalmen handiagoko gailuetara hurbiltzen da gero eta azkarrago, baita bereizitasun handiko produktuetara ere. Hori dela eta, kostuak handitu gabe, lote txikiagotan ekoiztea ahalbideratzen duten prozesuak beharrezkoak dira eta horiek sortzeko, nahitaezkoak dira bai berrikuntzak, bai I+Gan inbertitzea baita aurrerapen teknologikoak lortzea ere.

Era berean, gizarteak duen ingurumenarekiko kontzientzia ere zabaltzen ari da, kalitatearen eta ekonomiaren kulturaz gain, eta arlo horretan ere aldaketak ematen ari dira. Dagoeneko ez da nahikoa produktu edo prozesuek hasierako beharriaz aseptetzea, asebetetze horren bidea natura eta ingurunearekiko kaltegarria bada. Horregatik, produktu eta prozesuen ingurumen-inpaktua minimizatzen saiatzen ari dira enpresa asko, horrela, epe-luzeko jasangarritasuna bermatzeko.

Bestalde, iraultza enpresen beharriaz sortu arren, erakunde publikoen aldetik jasotako laguntza eta sustapenik gabe ez zen posible izango industriaren digitalizazioa. Europako Batzordeak, esate baterako, eraldaketa digitalarekin erlazionatutako ekimen mordoa sortu ditu eta baita horri buruzko hainbat gomendio



eman ere. Adibidez, “*Innovation Union*”, “*A digital agenda for Europe*” eta “*An industrial policy for the globalisation era*” dira ekimen horietako batzuk, baina hauek eta gehiago aurki daitezke Europa 2020 deituriko estrategiaren barruan. (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2015)

Beraz, laburbilduz, esan daiteke lan honen ardatz izango diren teknologien gaur egungo garapen eta hedapena, orokorrean, globalizazioaren ondorio bezala gauzatu direla. Gainera, teknologiaren eboluzioaren momentu gorenetakoa batekin eta gizartearen digitalizazioaren garaiarekin topatu eta elkartu dira, non informazioaren eta komunikazioaren teknologiak, datuen trataera, Internet eta mundu fisiko eta digitalaren arteko hibridazioa egunerokotasunean aurkitu eta erabiltzen den. Halaber, gizartearekin batera, bere arlo guztiak murgildu dira digitalizazioaren joera horretan, baita industria bera ere, lehiakortasunaren eta kalitatearen aldeko borroka batean, baina pertsonen ongizatea eta ingurumena zaintzeaz ahaztu gabe, erakunde pribatu zein publikoen laguntzaz.

Hori guztiaz gain, etorkizunera begira, hainbat azterketa estatistiko eta aurreikuspen egin dira. *International Data Corporation*ek (IDC) hurrengo estimatzen du: 2021. urtean errealitate birtual eta errealitate areagotuan oinarritutako produktu eta zerbitzuetan eginiko inbertsioa 215.000 milioi dolarretara iritsiko dela. Datu horrek 2017tik urteko % 113,2ko hazkunde tasa suposatzen du eta, ez bakarrik kontsumoaren aldetik, baizik eta hezkuntza, osasuna eta guri interesatzen zaigun sektore industrialaren aldetik ere bai. Halaber, hazkunde azkarrena jasango duten eskualdeak ondorengoak direla aurreikusi du IDCk: Ameriketako Estatu Batuak (% 120,5), Ekialdeko Europa (% 121,2), Erdialdeko Europa eta Mendebaldeko Europa (% 133,5) eta Kanada (% 145,2). (Grupo Garatu, 2017)



## 4. PROIEKTUAREN ONURAK

---

Proiektu honen onura nagusienetako bat irakurleek, era ulerterraz batean, bai errealitate birtualaren zein errealitate areagotuaren inguruko informazioa eskuratu posibleko dutela izango da. Horrez gain, bi teknologia horiek zertan dautzan ikasiko dute, baita horien iragan, orain eta etorkizunaren inguruko ideia bat edukitzea lortuko ere. Aldi berean, sektore industrialen eta enpresen munduarekin teknologia berritzaile horiek duten erlazioa ezagutzea ere ahalbideratzen zaie.

Halaber, errealitate birtual eta areagotuak enpresei eskaintzen dizkieten onurak ezagutu ahalko dituzte proiektu honi esker. Horrela, enpresek teknologia berritzaile horiek euren plantetan ezartzea bultzatzea lortu daiteke, inguruko enpresa adimendunen kopurua handituz eta berrikuntza sustatuz.

Gainera, teknologia horiek euren enpresan ezartzerako orduan, aurrean jarritako abaniko zabalari esker eskuratutako ezagutza eta informazioarekin, errazagoa egingo zaie ezarpena modu egoki batean burutzea eta, zer esanik ez, lanean aztertutako diren bi kasu praktikoetako bat bereganatzea bada enpresa horren asmoa.

Azkenik, teknologia horiek sektore industrialari eskaintzen dizkieten onurak aipatu direnez, hona hemen nagusienak: denboren eta kostu ekonomikoen murrizpena, ekoizpena optimizatzea, teknologia berrien sorkuntza eta, ondorioz, herrialdeen berrikuntza-maila sustatzea, makinak urrutira kontrolatzeko gaitasuna eta ingeniarietza kolaboratiboa ahalbideratzea, besteak beste.

## 5. ARTEAREN EGOERA

---

Bada errealitate birtuala eta errealitate areagotua multzo berean sartzen dituenik, dituzten antzeko ezaugarri batzuk direla eta, baina, egia esateko, bai historian zehar eduki duten eboluzioa baita erabiltzeko beharrezko baliabideak eta tresnak ere desberdinak dira. Horregatik, komenigarria da bakoitza bere aldetik aztertzea.

### 5.1. ERREALITATE BIRTUAL, AREAGOTU ETA MISTOARI SARRERA

#### 5.1.1. Errealitate birtuala

Errealitate birtuala edo alegiazko errealitatea, ingelesez *Virtual Reality* (VR) ezagutzen dena, sistema informatiko batek sortutako objektuen irudi edo eszenen irudikapena da, benetan existitzen dela dirudiena.

Era berean, ordenagailutan oinarritutako teknika eta teknologia multzo bezala ere definitu daiteke, zeinak kontzeptu, objektu eta ekintzak hiru dimentsiotan irudikatzen dituen, non irudikapen horiek mundu errealaren ispilu izan daitezkeen edo ez.

Dena dela, definizio zehatza lortzea ez da erraza, teknologia hori garatzen joan den heinean eta eduki dituen helburu desberdinen arabera, ñabardurak aldatzen joan baitzaizkio.

Hala eta guztiz ere, kontzeptu berritzaile horren ezaugarri garrantzitsuena eta bereziki nabarmendu beharrekoa erabiltzaile eta ordenagailuaren arteko interaktibitatea da, berau gradu desberdinetakoa izan daitekeelarik.

#### Historia

Lehenago aipatu den bezala, errealitate birtuala dagoeneko nahiko landu den ideia bat da, are gehiago, esan daiteke jatorria 50. hamarkadan duela. Aitzitik, oinarritzko ideia 1930 inguruan sortu zen, lehenengo hegaldi-simulagailuekin batera, nahiz eta oso sinple eta oinarritzkoak izan, errealitate birtuala garatzeko bidean lehen pausoa kontsidera baitaitezke.

Lehen saiakuntza birtual multisentsorialaren diseinua Morton Heiligek hasi zuen 1956an eta 1962an zen. Sistemak arkade-joko itsura zuen eta filma, audioa, bibrazioak, haizea eta usainak bateratzen zituen, horrela erabiltzailea pelikularen barnean sentitzea lortu zen, ikusten soilik egon beharrean. Aldi berean, gaur egun HMD (*Head Mounted Display*) bezala ezagutzen den tresnaren aitzindari kontsidera daitekeena proposatu eta patentatu zuen. Tresna hori hiru dimentsiotako fotogramak ikusteko ikuseremu zabala zerabilen eta buruan muntatzen zen pantaila batean zetzan konputagailu interfaze gailu bat zen. Horrez gain, soinu estereoa eta usain sorgailu bat ere bazituen.

Halaber, Philco Corporationeko langile batzuk 1961ean egungo HMDen antzekoa zen lehenengoa sortu zuten. Kaskoan akoplatutako izpi katodikoetako pantaila batez eta erabiltzailearen buruaren orientazioa zehazteko sistema magnetiko batez osatuta zegoen.

Hala ere, 60. eta 70. hamarkada bitartean lortu ziren aurrerapen garrantzitsuenak grafiko tridimentsional eta irudikapen teknikei zegokienez. Orduetik aurrera, teknologia aitzinatzen joan zen etengabe, erakunde anitzen partaidetzari eta proiektu desberdinei esker, horien artean NASA eta *Grope* proiektua batik bat, eta beste gailu batzuk agertu dira, errealitate birtualeko eskularruak, betaurrekoen aukera zabala eta aztarnari eta sentsore mota ezberdinak besteak beste. (Romero, 2005)

### Tipologia

Errealitate birtualaren sistema oro simulazio modelo batez, modelo hori sortzen duen simulazio sistema batez eta erabiltzailea ordenagailuarekin komunikatzeko sarrera eta irteerako gailu multzo batez osatuta dago. Gainera, komunikazio horren, edo hobe esanda, elkarri eragite mailaren eta moduaren arabera errealitate birtualaren mota desberdinak bereiz daitezke: murgilpenezkoa, erdimurgilpenezkoa edo ez-murgilpenezkoa.

Alde batetik, **murgilpenezko errealitate birtuala**, bere izenak adierazten duen bezala, erabiltzailea mundu birtualean guztiz murgilduta sentitzea lortzen duena da, beti ere, osagarri deritzen sarrera eta irteerako gailuen, kasko, datu-eskularru, jantzi berezi eta abarren bitartez. Erreminta laguntzaile horien kopurua handiagoa eta kalitatea hobe diren heinean, murgilpenaren esperientzia mundu birtualaren barruan errealistagoa izatea lortzen da. Ondorioz, sistema hori da entrenamendu eta trebakuntza prestaketetan gehien erabiltzen dena, hain ezaguna den pilotuen formakuntzan adibidez.

Murgilpenezko sistemen barruan hainbat modalitate desberdin aurki daitezke, adibidez dagoeneko aipatu den HMDa; BOOMa (*Binocular Omni Orientation Monitor*), pantaila beso mekaniko artikulatu batean duela aurrekoaren funtzionamendu antzekoa duena; eta CAVEa (*Cave Automatic Virtual Environment*), erabiltzailearen kokapenaren eta orientazioaren menpeko irudiak proiektatzen diren egitura kubikoa.

Bestalde, **erdimurgilpenezko errealitate birtuala** deiturikoa existitzen da. Murgilpen osoa lortzea ez denez erraza, beharrezko dituen kalkulu eta kanpoko osagai guztiak direla eta, batzuetan errealitate birtualaren aldaera hori erabiltzea erabaki egokiena izan daiteke. Kasu zehatzetan, beharrezko zerbitzuak eta erabiltzailearen nahiak asetzeko ahalmen nahikoa eduki dezake sistema mota horrek.

Esate baterako, VMD (*Virtual Model Display*) deiturikoak kasu horien adibide ona da. Tresna hori mahai baten gainean kokaturiko dimentsio handietako pantaila batean datza, non irudi estereoskopikoak proiektatzen diren erabiltzailea mundu birtualean murgiltzearren. Beste aukera bat, erabiltzailea pantaila handi baten aurrean jarri ordez, berau pantaila multzo batekin inguratzea da. Hori SIDari (*Spatially Immersive Displays*) esker lor daitezkeen esperientzia mota izango litzateke.

Azkenik, **ez-murgilpenezko errealitate birtuala** oinarrizko sarrera eta irteerako gailuetan oinarritzen den teknologia mota da. Begi bistakoa denez, mota hau da guztietan sinpleena. Izan ere, irteerako osagaia mundu birtuala irudikatzen duen monitore soil bat izan ohi da eta sarrera, aldiz, ordenagailuko sagua edota teklatua. (Romero, 2005)

### **5.1.2. Errealitate areagotua**

Errealitate areagotua, ingelesez *Augmented Reality* (AR) bezala ezagutzen dena, munduari errealitate digital berri bat gainjartzean datza, eguneroko errealitateari informazioa edota elementu bisualak gehituz. Horrela, gizakiaren bost zentzumenak indartzea lortzen da. Beraz, errealitate areagotuaren kontzeptuaren barruan biltzen dira, denbora errealean, birtualki sortutako irudiak, markagailuak edota informazioa mundu errealean gainean gainjartzea ahalbideratzen duten teknologia guztiak. Era horretan, batetik, informazio gehigarria eta objektu birtualak edo alegiazkoak eta, bestetik, objektu fisikoak elkarrekin bizi diren ingurune bat sortzen da.

#### Historia

Errealitate areagotua diziplina nahiko berria dela esan daiteke. Kontzeptu hori zekarren lehen interfazea 60. hamarkadan garatu zen nahiz eta errealitate areagotuaren terminoa 1990ean finkatu, Boeing konpainiako Tom Caudeli esker. Izan ere, 90. hamarkadan zehar, erakunde handi batzuek teknologia mota hori erabiltzen zuten langileen prestaketarako, baina 1998. urte arte ez zen gaiari buruzko kongresu bakar bat ere ospatu, urte horretan egin zen lehenengoa.

Gaur egun, urteen poderioz lortutako aurrerapen teknologikoen errealitate birtualaren esperientzia bai norberaren ordenagailuetan baita gailu mugikorretan ere gozatzea posible egin dute. Esan daiteke, lehenengo aplikazio mugikorrek smartphonen gorakadarekin batera ailegatu zela 2008an eta gaurkotasunean, dagoeneko merkatuan teknologia berri hori daramaten makina bat erreminta sozial eta aplikazio existitzen direla. (Fundación Telefónica, 2011)

#### Tipologia

Azaletik begiratuta, ikus daiteke errealitate areagotuaren eboluzioak bi adar nagusi jarraitu dituela.

Alde batetik, **murgilpenezko errealitate areagotua** dago. Klase horrek errealitate birtualaren kontzeptu puruena jarraitzen du, zeina eboluzioaren lehen urteetan asko nabarmendu nahi izan zen. Alabaina, oraindik ez zeuden teknologia batzuen garapena eskatzen zuen joera horrek.

Hala eta guztiz ere, gaur egun, beharrezko teknologia horiek bezain beste aurreratuak egon badaude, nahiz eta kontsumorako ezargarriak ez izan garestiegiak izateagatik. Beraz, ematen zaien erabilera oso mugatua da. Normalean, erabilera

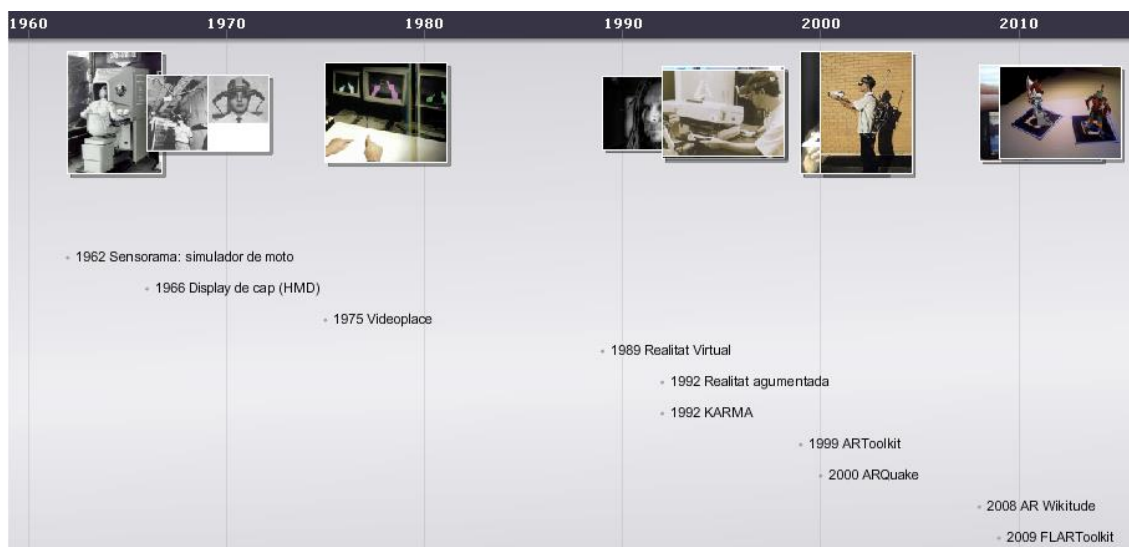
horiek militarrek edo akademikoak izan ohi dira trebetasun jakin batzuk garatzeko islatutako mundu birtualean entrenatuz. Kasu horretan, monitore moduan ordenagailu edo telebistak erabili beharrean, buruari lotuta doazen eta 3D irudiak sortzeko gai diren betaurrekoez baliatzen dira.

Beste aldetik, **oinarrizko errealitate areagotua** edo **errealitate areagotu sinplea** dugu. Izenaren zergatia ia mundu guztiarentzat eskuragarri egotea lortu dela da. Eredu honek, askoz ere ikuspegi praktikoagoa du eta aplikazioak hain fin eta apartak ez izan arren, oso eraginkorrak dira. Horregatik, dagoeneko teknologia hau duten gailuak edonorentzat eskuragarri daude.

Mota honetako errealitate areagotuko sistema bat osatzeko beharrezko elementuak hurrengoak dira: errealitatearen irudiak harrapatu ditzakeen elementu bat (edozein gailuren kamera, esate baterako), beste elementu bat non irudi errealean eta eratuen nahastea irudikatuko den (edozein pantaila), beste bat prozesatzeko (ordenagailuak, telefono mugikorra, kontsolak, etab.), eta azkenik, errealitate areagotuaren aktibatzaile bat (lokalizazio elementuak, etiketak, kode bidimentsionalak, sentsoreak, etab.). (Fundación Telefónica, 2011)

### 5.1.3. Errealitate mistoa

Aurretik azaldutako bi errealitate motak bateragarriak dira eta haien arteko bateratzeari esker sortutako teknologiari errealitate misto edota *Mixed Reality* (MR) deritzola. Horrekin, errealitate birtualaren eta areagotuaren alderdi onenak eta bakoitzak suposatuko dituen abantailak biltzea bilatzen da, horrela, erabiltzaileari behar dituen onurak eskaini ahal izateko aurreko bien artean aukeratu gabe eta konponbiderik osoena ematen.



Irudia 1: VR eta ARaren denbora-ardatza



## 5.2. APLIKAZIO INDUSTRIALAK

Dagoeneko, aipatutako hiru modalitateei aplikazio harrigarri mordera aurkitu zaizkie, bai egunerokoa baita esparru tekniko eta espezifikoko batzuetan ere, eta gaur egun erabiliak dira arlo desberdin askotan. Horrez gain, oraindik etorkizuneko aplikazio posibletan ikerketek aurrera jarraitzen dute eta hala ere, dagoeneko existitzen direnak hobetzen eta berritzen saiatzen ari dira abantaila handiagoak eskainiko dituzten berriagoak sortzeko.

Guzti hori, hein handi batean, erakunde desberdinen, entitate publikoen zein pribatuen eta gobernuen babesari esker gertatu da. Izan ere, errealitate birtualean eta areagotuan eta, orokorrean, 4.0 Industrian aukera zoragarria ikusten dute industria, komunikazio, segurtasun, hezkuntza eta abarren hobekuntzarako, hau da, laburki esanda, ekonomia eta pertsonen bizi-kalitatearen onurarako.

Horregatik, arlo oso desberdinetan aplikatzen dira gaur egun teknologia hauek: arlo militarrean, hezkuntzan, medikuntzan, aisian etab. baina bestalde, industria eta enpresen munduaren barruan ere, hainbat erabilera desberdin aurkitu zaizkie.

Izan ere, azken urte hauetan, errealitate birtualak ikerketa zentroetatik praktika industrialerako bidea egin du eta gaur egun, industriaren munduan giltzarri izatera iritsi da, besteak beste, produktuen garapenerako edota ekoizpen eta diseinu ingeniartzan erabiltzen baita. Alabaina, ingeniariak diseinu konplexuak ulertzea erraztu dezake eta ordenagailuarekin duen elkarrekintza eraginkorragoa izatea ahalbideratzen du. Horri esker, denbora eta dirua aurrezten da eta amaierako produktuaren kalitatea hobetzea lortzen da.

Errealitate areagotuaren erabilera, ordea, arlo industrialean hasten bakarrik ari da oraindik. Hala ere, ikerkuntza eta industria teknologia honetan lan egiteko elkartu direnean, onura asko dituela baieztatu dute.

### 5.2.1. Errealitate birtualaren aplikazioak

#### Prototipoak eta diseinua

Ekoizpen eta fabrikazioa enpresetan, errealitate birtualak pieza, prozesu edota mekanismo baten ezaugarriak aztertzea eta probatzea ahalbidetu dezake fisikoki sortu eta esku artean eduki baino lehen. Horien errendimendu eta fidagarritasuna egiaztatu daitezke edozein egoeratan ekoizita baino modu askoz ere merkeago, azkarrago eta seguruago batean.

Gaur egun, diseinuak CAD erremintak erabiliz sortzen dira eta ondoren, prototipoa inplementatu ostean, testatu egiten dira. Errealitate birtualarekin ordea, prozesua bizkortuko litzateke, operadore batek, diseinu programarekin lortutako eredia, ingurune birtual batean ebaluatu baitezake, baita baldintza konkretu batean edukiko duen eraginkortasuna probatu oraindik eraiki gabe ere.

Argi dago, hasiera batean, ohikoena erreminta, tresneria eta plataformaren batean inbertitu beharko dela eta horrek kostu batzuk ekarriko dituela berarekin, baina gastu horiek arintzea lortzen ari dira teknologia honetan egiten ari diren berrikuntzei esker.

Izan ere, prototipoak eraikitzeke momentuan dirutzak aurreztu daitezke aurretik ideiak errealitate birtuala baliatuz aztertzen badira, prototipo egokiaren bilaketan hauen ekoizpen kopuru handien beharra gutxitzen baitu.

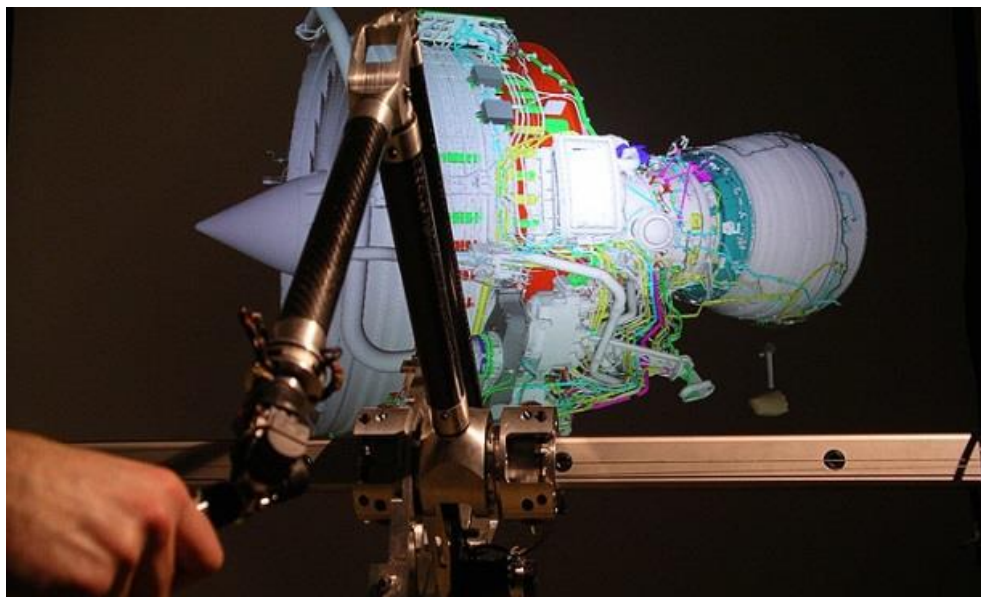
Esate baterako, metodo hau gaur egun oso erabilia da hegazkinen diseinuan, bai Boeingek zein Airbusek espazio digital simulatuak erabiltzen dituzte eredu eta ezaugarri berriak diseinatu eta probatzeko, aeronautikan prototipoak oso garestiak baitira eta akats baten kostua oso altua izan daiteke. (Marr, 2017)

Hala eta guztiz ere, ez dago esan beharrik, hau adibide soil bat zela eta edozein arlotako industrian aplikatu daitekeela errealitate birtuala funtzio hauetarako eta guztietan onurak ekarriko lituzkeela.

#### a) Prototipoak:

Errealitate birtualaren erabilera garatuena prototipo birtualena da industrian guztiz inplementatuta baitago.

2003an sortu zen CEIT ikerketa zentroaren eta SENER eta ITP enpresen REVIMA izeneko proiektua izan zen aitzindarietako bat, zeina motorren maketa digitalen diseinuen balioztatze osorako sortu zen. REVIMA erdimurgilpenezko ingurune bat da eta ukipenezko gailu espezifikoak erabiltzen ditu. Gailu horien funtzioa motorren loturen eta osagarrien talken simulazio bidezko irisgarritasuna aztertzeko erreminta izatea da.



**Irudia 2:** CEITen ukipen-gailua  
Iturria: DYNA aldizkaria

CEITen beste proiektu bat Dhergo deitzen da eta produktuen diseinu ergonomikoak lortzeko maniki digitalen garapenerako erabiltzen da. Hori lanean dagoen giza-gorputz osoaren mugimenduen simulazio bidez egiten da.

Bestalde, automobilgintzan, diseinuen berrikusketa lanetarako erabiltzen da errealitate birtuala, hau da, automobilen barne-ebaluaziorako. Jaguar eta Peugeot enpresek, esate baterako, CAVEak, irudi estereoskopikoak proiektatzen diren gela kubikoak, erabiltzen dituzte errebisioetarako. Fordek, berriz, bere ebaluazio birtualerako murgilpenezko laborategian (IVE bezala ezagutua) garatzen ditu bere proiektuak. IVEk automobilen panel zentralen hainbat iterazio burutu zituen kontrolen eta ikusarazte unitateen kokapen egokia aurkitzeko asmoz, bai estetika eta ikuspenaren aldetik, zein ingeniari eta diseinatzaileei produktuak sortu baino lehen irudikatzen lagunduz. Ford enpresak, metodo honekin, garapen denboraren 8 eta 14 hilabete bitartean aurrezten dituela estimatzen du.



**Irudia 3:** *Illinois Unibertsitateko CAVE gela*  
Iturria: DYNA aldizkaria

Berrikusketa-lan hauek aurrera eramateko, beharrezkoak dira CAD modeloetatik errealitate birtualera transferitzeko prozesuak. Hori ahalbideratzen duen erreminta bat da ENVIRON sistema, 2006ean Río de Janeiroko Unibertsitateko A. Raposok garatua. Informazio truke hori emateko eta irudikatze birtuala ekoizteko, CAD artxiboa txikiagotzen da eta, ondoren, artxiboak birdefinitzen dira materialen propietateen eta gainazal konplexuen datuak gehitzen.

Azkenik, Koreako Interfaze Grafikoen Institutuko Kim eta Weissmanek ere, 2006an, informazioa trukatzeko MEMPHIS sistema esperimentalak erakutsi zuten. Sistema horrek produktuen informazioaren kudeaketa-sistemak, ordenagailu bidezko diseinua eta interfaze komunezko errealitate birtuala batzen ditu bere baitan. (Martin-Erro, A., Espinosa-Escudero, M., Dominguez-Somotes, M., 2014)

b) Diseinua:

Diseinu kontzeptualen prozesuetan, errealitate birtualak sormenezko garapenarentzako gunea izan daiteke, elkarrekintza intuitiboa eta murgilpenezko integrazioa zuzkitzen baitu.

CLARTE, teknologia-garapenerako erakunde frantsesa, buru duen VR4D proiektuak Sculptor produktuaren garapena aurrera eraman zuen, zeinak, errealitate birtualeko ingurune batez baliatuz, eredu tridimentsionalak sortzeko balio duen. Horrez gain, CLARTEk 3D osagai birtualen muntaian emaitza onak lortu ditu.

Bestalde, 2010ena, Berlineko Unibertsitate Teknikoko Helen Perkunder informatikariak, FiberMesh marrazketa-softwarea erabiliz, forma askeen modelaketan errealitate birtualak ematen dituen aukerak ikertu zituen.

Bukatzeko, Berlingo unibertsitate teknikoaren eta artearen ikertzaileek garatutako lana ere aipatzekoa da. Proiektuaren egileek forma askeko zirriborroen sistema bat erabili zuten, ondoren, CAD sistema batera transferitzeko. (Martin-Erro, A., Espinosa-Escudero, M., Dominguez-Somotes, M., 2014)



**Irudia 4:** RV-CAD zirriborro sistema  
Iturria: DYNA aldizkaria



## Robotika

Beste alde batetik, robot bati aginduak emateko, funtsean, bi modu daude: programazioa eta telepresentzia.

Lehenengo era, gaur egun oraindik ere ohikoena, robota hainbat zirkuitu elektriko eta programez hornitzean datza zeintzuk bere burua gidatzeko independentzia eta adimen maila minimoa emango dioten.

Eginkizun mekaniko errazentzako edota oztopoen gelditzerako programazioa egokia da, baina eginkizun konplexuagoentzako edota zailtasun ezezagunekoak direnean telepresentziaz baliatzea egokiagoa da.

Telepresentzia errealitate birtualean oinarritzen den urrutiko aginte mota bat da, non robotak bere inguruaren informazioa igortzen dion operadore bati eta hau robotari aginduak bidaltzeaz arduratzen da.

Adibide ospetsuena espazioaren esplorazioarena da eta kasu horretan distantzia handiengatik arazoak egon daitezke, baina enpresa industrial baten barruan distantziak askoz ere txikiagoak izango ziratekeen eta baliagarria izan daiteke material arriskutsuekin tratatu behar izanez gero. (Romero, 2005)

Esate baterako, MITeko Informatika eta Adimen Artifizialaren Laborategiak, 2017. urtean, robot bat teleoperatzeko errealitate birtual sistema bat aurkeztu zuten. Sistema horrek aurikularrak eta eskuzko kontrolagailu batzuetan zetzan eta fabriketako telelan erraztea zuen helburu. Izan ere, langileak distantziara egonda, robotak kontrolatzen zituzten errealitate birtualaren bitartez, robotaren barruan zeudela simulatuz eta berorri esku-lan sinpleak eginaraziz: torlojuak jaso, eroaleak baliatu edota piezen pilak egin, besteak beste. (Gordon, 2017)

Proiektua Boeing Company eta Nacional Science Foundation-en eskutik izan zen finantzatua. Beraz, ondoriozta daiteke, etorkizuna daukan aplikazio bat dela honako hau.

## Langileen prestaketa eta trebatzea

Halaber, errealitate birtualari enpresa batean eman dakiokkeen beste erabileretako bat langileak formatu eta tratatzearena da. Teknologia hau baliatuz langileak tresneria berria erabiltzen ikasi dezake bere osasuna, ingurukoena eta makinaren osotasuna arriskuan jarri gabe. Era berean, praktikatu egin dezake mundu birtualean, baliabideak xahutu gabe eta, horrela, teknika hobetu eta praktika hartu dezake, ekoizpenean denbora eta kostuak murriztuz.

Esate baterako, zenbakizko kontrolezko fresaketa eta torneatze gailuak oso erabiliak dira industriaren hainbat sektoretan baina, zoritxarrez, konplexuak eta potentzialki arriskutsuak dira. Erabiltzen irakasteko denbora luzeak enplegatu behar dira gainera eta, are gehiago, nahiz eta denbora luzeak eman, izan liteke azalpenak efikazak ez izatea. Horregatik, 1996tik, kasu askotan errealitate birtuala erabiltzen da ikasketa prozesu horretan. (Lin, F., Ye, L., Duffy, V. G., Su, C. J., 2002)



### Pertsonalaren kudeaketa

Errealitate birtualak talentuaren kudeaketa bideratzeko modua ere aldatu lezake. Teknologia hau baliatuz, hautagaiak enpresan era birtualean denbora bat igarotzea izango litzateke ideia, erakundearen kultura eta lanpostuan bertan bertakotuko litzatekeen ebaluatu ahal izateko.

Era berean, urruneko hautagai hauek eta enpresako langileek errealitate birtualari esker komunikatu eta elkarrekin lanean aritzea posible izango litzateke, horrela, euren arteko erlazioa sortuz eta etorkizuneko lantaldeak indartuz.

### Marketin eta salmentak

Aldi berean, bezeroak txunditzeko euren kanpainei ezuste-faktoreen bat gehitu nahi dieten enpresak eta markak gero eta gehiago baliatzen dira teknologia honetaz.

Esate baterako, lur orotako ibilgailuen eta elur-motorren saltzailea den Artic Cat enpresak errealitate birtuala erabiltzen du bezeroek euren ibilgailuak birtualki probatzeko. (Bradbury, 2017)

Bestalde, Stub Hubek, txartel eta sarreraren salerosketez arduratzen den enpresa, txartelak erosi aurretik, sarrera horri dagokion eserlekutik edukiko dituzten bistak ikustea ahalbideratzen die bere bezeroei errealitate birtuala baliatuz. (Bradbury, 2017)

Ikeak berak ere dagoeneko erakusketa-gela birtualak jartzen ditu bezeroen eskura saltzen dituen altzariak, fisikoki eduki gabe, nolakoak diren ikusi eta sentitu ahal izateko. (Marr, 2017)

### Fabrikazioa

Era berean, badaude hainbat proiektu errealitate birtuala fabriken *layouten* simulaziorako (*Factory Layout Simulation* (FLS)) erabiltzen dutenak. Horren adibide dira Siemens-en Tecnomatix Factory FLSa edo UGS enpresa zenaren Teamcenter Manufacturing bezalako aplikazio komertzialak. Industrian instalazioen simulazioez baliatzen dira emaitza teorikoak fintzeko inplementatu aurretik. (Ong, S. K., Nee, A. Y. C, 2013)

Hala ere, sistema horiek azterketa teorikoen simulazioetarako bakarrik aplikatzen dira eta ez fabrikaren *layoutaren* diseinuarentzat zuzenean. Beste desabantaila bat lantegiaren osotasuna simulatzeko eta xehetasuneko 3D irudiak egiteko beharrezko denbora luzea da, ez baita produktiboa simulazio-azterketarako lantegiaren gune konkretu bat bakarrik behar denean.

#### - Muntaia:

Halaber, fabrikazioaren alorrean, muntaiarako ere baliagarriak dira errealitate birtualeko sistemak. Izan ere, prototipo birtualen bitartez,

muntaiaren sekuentziaren plangintza ahalbideratzen dute arazo posibleak hauteman eta zuzenduz eta, horrela, garapenaren gastuak murriztuz eta produktuaren kalitatea hobetuz.

Automobilgintzak aplikazio hau ere eman dio errealitate birtualari. Esate baterako, Valentziako Ford Almussafes lantegian, errealitate birtualaren teknologia duen gela bat erabiltzen dute muntaia prozesuaren berrikusterako. (Martin-Erro, A., Espinosa-Escudero, M., Dominguez-Somotes, M., 2014)

### Zerbitzu-euskarria

Errealitate birtuala zerbitzuen arloan mantentze-entrenamendutarako aplikatzen da. Izan ere, ez-murgilpenezko inguruneetako maketa digitalak erabilia egindako entrenamenduak baino emaitza hobeak ematen dituela frogatu da.

### Ingeniaritza kolaboratiboa

Orobat, ingurune birtualen ingeniaritza prozesuen optimizazio kolaboratiboa ere ahalbideratzen dute. Leku ezberdinetan kokatutako erabiltzaileek lankidetzan jardun eta, denbora errealean, diseinuaren eredu berbera aztertu dezakete.

Greziako Patras Unibertsitateko Alexopoulos ingeniariak 2009an integratutako errealitate birtualaren sare bat aurkeztu zuen. Horren bitartez, diseinatzaileek elkarlaneko saio batean parte hartu dezakete eta, aldi berean, eredu berbera ikusi eta bere ezaugarriak alda ditzakete, aldaketa horiek, beste guztientzat denbora errealean ikusgarri izanik.

Beste alde batetik, 2010. urtean, Belfort-Montbéliard Unibertsitateko Dwell Mahdjoub-ek errealitate birtualeko plataforma bateko agente anitzeko sistema bat proposatu zuen. Bertan, ingurune kolaboratibo batetik eta errealitate birtualaren arloko erremintak erabiliz, prototipo birtualaren hainbat aspektu aztertu ziren, fabrikazioa, mantenua, fidagarritasuna eta ergonomia, besteak beste. (Mahdjoub, M., Monticolo, D., Gomes, S., Sagot, J., 2010)

## **5.2.2. Errealitate areagotuaren aplikazioak**

### Mantentze-lanak

Errealitateari buruzko informazio digitala honen gainean idazteak industrian eskaintzen duen aukera ohikoetako bat langile berriak edo, gutxienez, oraindik adituak ez direnak prestatzea eta trebatzea da, baina era berean, mantentze-lanetan edota objektuen kalibraketan akatsak murrizteko eta baita hauen burutzeko denbora ahalik eta txikiak izateko ere balio dezake. Are gehiago, errealitate areagotuaren lehen

aplikazioa esparru honetan ezarri zela esan daiteke, Boeing aireontzien kableatze elektrikoaren prozesuan hain zuzen ere.

Adibidez, ibilgailuak konpontzen dituen langile batek errealitate areagotua erabili dezake gida gisa, uneoro jarraitu beharko lituzkeen eragiketak adierazten dituelarik, baina ibilgailu bat izan ordez, beste edozein gailu edo makina ere izan daiteke konpondu beharrekoa.

Konponketa hauek egiteko errealitate areagotuko betaurrekoak erabili daitezke non eman beharreko pausu guztiak agertzen diren eta beharrezko tresneria ere identifikatu dezakeen kasu aurreratuetan.

Aplikazio osatuenean informazio desberdin mordo eskaintzen dute, besteak beste, bete beharreko hurrengo eragiketaren kokapenaren norabidea adierazten duten geziak (bi zein hiru dimentsiotan), eta eginkizuna betetzeko argibideak zein ohartarazpenak. Bestalde, osagai bakoitzaren erabilera zehazten duten etiketen erregistroa zein erreminten 3D irudiak ere ikustarazi ditzakete. (Fundación Telefónica, 2011)

S. K. Ong eta J. Zhu ikerlariek ARAMS mantentze sistema garatu zuten 2013an. Mantentze-teknikariak errealitate areagotuaren edukiak sortu, editatu eta eguneratu ditzakete sistema horrekin eta, kamera-web baten bidez, lan-tokian bertan ikus dezake langileak beharrezko informazio guztia. Horrela, bai zuzentze zein prebentziozko mantentze-lanak erraztea lortzen da, erabiltzailearen esperientzia eta makinaren egoera jaso eta aztertu baitaiteke, hurrengo txanda baterako. (Ong, S. K., Zhu, J., 2013)

### *Bilatzaile bisualak*

Beste alde batetik, ordenagailu bidezko ikustean adituak direnek urteak dihardute antzemate bisualaren inguruan lanean. Teknologia honek argazki bat ateraz objektu bat ezagutzeko ahalmena du irudien datu-base batez baliatuz.

Horrela, lantegiko tresna eta osagaien datu-base bat edukiz gero, lanpostu berri batera mugitzen den pertsonak eskuragarri edukiko lituzke ezezagunak zaizkion gailu edo makinaren atalen ezaugarriak eta informazio osagarri guztia. Horri esker, akatsak saihestuko lirateke eta denbora elkorrak murriztu ere bai.

Reality Bowser izenarekin ezagutzen dira aplikazio honen adibide nagusia eta ezagunena, seguru aski, Googleren Goggles bilatzailea da, zeina nahiz eta oraindik proba fasean egon objektuak, lekuak eta pertsonen bilaketak egiten ditu. Hala ere, oraindik gehien bat salmenten munduan du nagusitasuna, izan ere, online dendetara daude lotuta estekak. Beraz, erabilera egokia eman ahal zaio errealitate areagotuari enpresa baten salmenta sailarekin lotuta.

Insqribe bezalako enpresek ere markagailuen antzemate eta denbora errealeko hurbiltasunean oinarritutako marketin sistemak eskaintzen dituzte. Markagailuak 2D edo QR kodeak izan daitezke eta horien antzematearen bidez produktuaren ezaugarriak identifikatzea ahalbideratzen dute. (Fundación Telefónica, 2011)



### Marketin eta salmentak

Enpresen testuinguruan, errealitate areagotuak duen beste aplikazio zabalduenetakoak marketin eta salmentekin du zerikusia.

Alde batetik, marketinari dagokionez, bezeroaren arreta eskuratzea ezinbestekoa denez, enpresek lehiakideengandik desberdintzeko aukera paregabea ikusten dute teknologia honetan, erabiltzaileak esperientzia deigarriak biziaraztea ahalbideratzen baitu lortzen duen elkarrekintzari esker.

Bestalde, produktuak saltzeko momentuan, berriz, errealitate areagotuak bezeroari produktuaren emaitza erosi aurretik ikusi ahal izatearen abantaila eskaintzen dio, fisikoki produktua bera probatu behar izan gabe, hau da, bezeroak egitea pentsatzen ari den erosketaren ondorioa ikusi dezake berau eskuartean eduki gabe eta, ez dago esan beharrik, zein aproposa den aukera hau Internet bidezko salmentak egiten dituen enpresa batentzat.

Publizitatearen eremuan ere badu lekua errealitate areagotuak. Horren adibide izan zen, hain zuzen ere, BMW automobilgintzaren enpresa alemaniarrek bere Mini berria sustatzeko egin zuen kanpaina. Izan ere, iragarkia automobilismo-aldizkari baten kontrazalean txertatu zuten eta, kameradun gailuren baten bidez, mugikorra esate baterako, irudian zegoen aktibatzailea detektatu eta autoa angelu guztietatik ikustea ahalbideratzen zuen.

Legoen enpresaren dendetan ere teknologia hau gehitu dute non, pantaila eta kamera baten aurrean euren produktu bat jarriz gero, produktu muntatu eta osatuaren irudia agertuko den.

Azkenik, aipatzekoa da ere UPS garraio-enpresak errealitate areagotua erabiltzen duela hartzaileari fardelaren tamaina eta itsura erakusteko. (Fundación Telefónica, 2011)

### Robotika

Errealitate areagotuaren erabilerak ere abantailak izan ditzake robotikarekin elkarlanean aritzean. S. Ongek RPAR sistema garatu zuen non errealitate areagotua baliatuz robotaren ibilbidea markatzen da zunda bati konektatutako markagailu lau bat erabiliz. Horrela soldadurarako ibilbidea zehazten zaio robotari zeinak lan hori zehaztasunez eramango duen aurrera. (Nee, A. Y., Ong S. K., 2013)

### Prototipoak eta diseinua

Errealitate birtuala bezala, errealitate areagotua ere baliatu daiteke diseinatzerako orduan edota prototipoak sortzeko garaian eta, bi kasuetan, onurak izugarriak izan daitezke.



a) Prototipoak:

Seuleko Unibertsitateko Park zientzialari taldeak errealitate areagotuan oinarritutako ekoizpen prozesu bat proposatzen du. Teknologia hori baliatuz, posible da formak, koloreak zein testurak modu interaktiboan aldatzea diseinu ukigarria baten ebaluaziorako. Kasu praktikoan, musika irakurgailu mugikorren modelo fisikoak erabiltzen dituzte, eta errealitate areagotuari esker, erabiltzaileek produktuaren ezaugarrietan aldaketak nabaritu ditzakete. Gainera, ebaluatu behar izan duten diseinu eredu baten inguruan erabakiak har ditzake erabiltzaileak, baita atalen mihiztadura eraiki ere.

Singapurreko Unibertsitateko L.X. Ng-k aurkeztutako GARDE sistemak, aldiz, keinu bidezko interakzio bitartez, 3D ereduaren irudikatzea ahalbideratzen du errealitate areagotuko ingurune batean. Era berean, horien aldaketak ikusteko eta ebaluatzeko aukera ematen du, ereduaren bertan eta horri lotutako CAD aplikazio batean islatuz.

Antzeko beste prototipatze proiektu bat Alacanteko Unibertsitateko UNICAD taldeak aurrera eramaten duena da. INESCOP institutu teknologikoarekin batera errealitate areagotuz baliatuz oinetako prototipo birtuala garatu dute. Keinuak antzematen dituen 3D eskularru bat erabiltzen du modeloaren maneiorako, horrela, diseinu prozesua errazteko. (Martin-Erro, A., Espinosa-Escudero, M., Dominguez-Somotes, M., 2014)

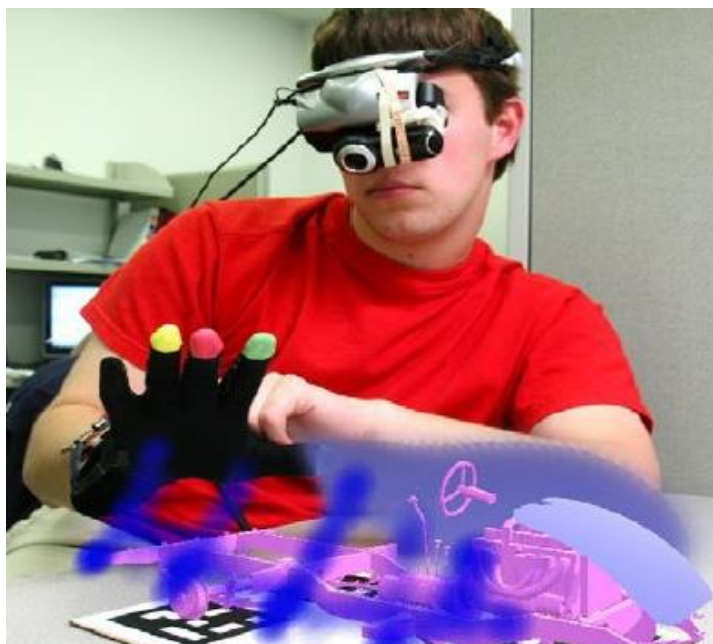
b) Diseinua:

Kasu honetan, erabiltzaileek diseinu berriak sortu ditzakete objektu erreala eta birtualak konbinatuz, keinuen interakzio bidez eta funtzionamendu hori duen proiektu bat ARCADIAN izeneko da, hau ere, lehenago aipatutako L.X. Ng-k garatutakoa. (Nee, A., Ong, S., Chryssolouris, G., Mourtzis, D., 2012)

Horrez gain, AUGMENTABLE proiektuari buruz hitz egin behar da. Proiektu hori 2010ean garatu zen lowako Unibertsitate Estataleko Van Waardhuizenen eskutik eta mahai-gaineko ingurunean oinarritzen da. 40 hazbeteko pantaila garden batez, kamera batez eta miazte-prozesu unitate batez osatzen den langune bat da eta kontrol-intefazerako erabiltzailearen eskuan ipintzen diren kolore-markatzaileak erabiltzen dira. (VanWaardhuizen, M., Oliver, J., Gimeno, J., 2011)

Azkenik, Carnegie Melon Unibertsitateko Marc Fugek formulario soiletan oinarritutako diseinu-metodologia erabiltzen duen proiektu bat aurkeztu zuen 2012an. Formularioek kolorezko markatzaileak datuen markatzaileen interfazearekin konbinatuta erabiltzen dituzte eta sistemak keinuak itzultzen ditu desiratutako geometria irudikatzeko. Irudikapen hori gainazal libre eta puntu-hodei bidez eraikitzen da, eta horrek diseinatzaileek diseinu kontzeptualak aztertzea ahalbideratzen du, xehetasun handirik gabeko

eragiketen beharrik gabe. (Fuge, M., Yumer, M. E., Orbay, G., Kara, L. B., 2012)



**Irudia 5:** Marc Fugeren forma-askeko diseinatze sistema  
Iturria: DYNA aldizkaria

### Fabrikazioa

Errealitate areagotuan oinarritutako lantegien diseinuen simulazioaren bideragarritasuna ere aztertu zen. Horretarako, erabiltzailearentzako interfaze ukigarria proposatu zen eta objektu errealean (adreilu bezala ezagutuak) proiektatutako elementu birtualetan zetzan. Beste metodo batek adreilu horiek markagailu batzuegatik ordezkatzen ditu eta, horrela, emaitzak monitore batean ikus daitezken kamera baten bitartez.

Dena dela, errealitate areagotuan oinarritutako emaitzak ez dira birtualak eman dituenak bezain onak izan baina, hala ere, Finlandiako VIT ikerketa-zentroko Siltanen taldeak lantegiko toki erabilgarria kudeatzeko metodo bat garatu zuen. Leku erabilgarrietan makineria berria instalatzean, diseinatzaileak sistema hori erabili dezake makinarentzat leku nahikoa dagoen egiaztatzeko. Errealitate areagotutako mekanikariaren eta diseinatzailearen arteko komunikazioa denbora errealean burutzeko aukera ematen du, horrela, azken momentuko aldaketak erraztasunez burutzeko ahalbideratuz. (Martin-Erro, A., Espinosa-Escudero, M., Dominguez-Somotes, M., 2014)

- Muntaia:

2009an Singapurreko Unibertsitatearen parte diren S.K. Ong eta Z.B. Wang-ek errealitate areagotuan oinarritutako eta erabilera zuzeneko muntaia-simulazio bat proiektu bat erakutsi zuten, hau da, interfazerik behar ez zuen sistema bat. Horretarako, 3DNBHI bezala izendatu zuten metodo bat garatu zuten. Sistemak erabiltzailearen eskuak antzeman eta jarraitzen ditu hatzen eta objektu birtualen arteko interakzioa lortzeko. (Borro-Yágüez, D., Serván-Blanco, J., Cordero-Valle, J. M., Sánchez-Tapia, J. R., Mas-Mórate, F., Matey-Muñoz, L., 2011)



**Irudia 6:** 3DNBHI sistema  
Iturria: DYNA aldizkaria

Beste erabilera bat CEITeko Luis Matey eta Diego Borrok sortutakoa da. Sistema horrek gailu mugikor bat erabiltzen du lan-lekuan bertan muntaiaaren jarraibideak eskuratzeko. Dokumentazio teknikoa lortzea zaila den lekuetan oso erabilgarria izan daiteke. (Martin-Erro, A., Espinosa-Escudero, M., Dominguez-Somotes, M., 2014)

### Zerbitzu-euskarria

Errealitate areagotua ere egokia da lan hauetarako. Mantentze-lanetako informazioaren kudeaketa erraztu dezake urrutiko kolaborazioaz baliatuz KARMAR bezalako sistemekin edota sentsoreetan oinarritutako irudikatze pantaila baten bidez ARVIKA sistemarekin esate baterako. (Martin-Erro, A., Espinosa-Escudero, M., Dominguez-Somotes, M., 2014)

Innovae enpresa euskaldunak ere badu ATR (Asistente Técnico Remoto) izeneko erreminta bat eskaintzen du. Erreminta kolaboratibo horrek, edozein gailutan funtzionatzen duenak, urrutiko zerbitzu-euskarriko balio du, bideozko konferentziei

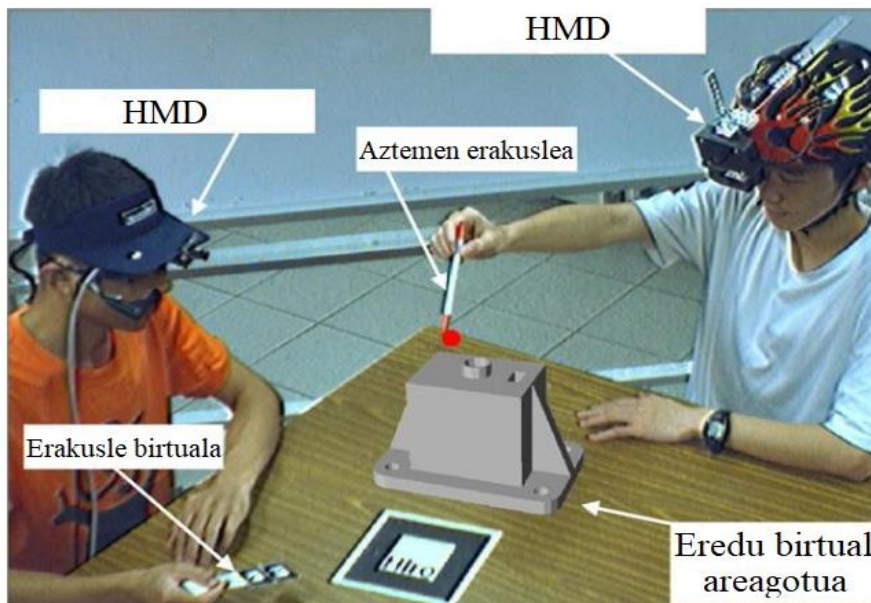
errealitate areagotua gehitzen baitie laguntza gehigarri bat eskaintzeko. (Innovae, 2017)

### Ingeniaritza kolaboratiboa

Esparru honetan, diseinuen ereduak irudikatzeko eta ondoren, ebaluatu eta erabakiak hartzeko erabiltzen da gehien bat errealitate areagotua. Aldi berean, irudikatutako objektuari buruzko informazio gehigarria adierazi daiteke, erabiltzaileen iruzkinak esate baterako.

Irudikatzeko-sistema soilak izateaz gain, existitzen dira hainbat proiektu errealitate areagotua inguruan kodiseinua ahalbideratzen dutenak. Kasu hauetan ere, toki desberdinetan diseinatzaileek modeloaren diseinuan aldaketak egin ditzakete denbora errealean.

Horren adibidetzat, 2009an Singapurreko Unibertsitateko Y. Shen, S.K. Ong eta A. Nee-k garatutakoa aipa daiteke. Diseinuaren prozesurako euskarri bezala erabiltzen du errealitate areagotua proiektuak, ingurune kolaboratibo bat sortuz non jakintza-alor anitzeko kideez osatutako talde batek egiten duen lan. (Martin-Erro, A., Espinosa-Escudero, M., Dominguez-Somotes, M., 2014)



**Irudia 7:** Shenek, Ongkek eta Neeek proposatutako ingurune kolaboratiboa  
Iturria: DYNA aldizkaria

### **5.3. INTERFAZEAK**

Erabiltzaileen eta mundu birtualaren arteko lotura eta elkarrekintza ahalbideratzeko beharrezkoak dira era bateko edo besteko interfazeak. Izan ere, interfaze hitza ingeleseko *interface* hitzean oinarritzen den mailegua da eta beronen esanahia “kontaktuko gainazala” da hizkuntza anglosaxoian.

Hala ere, Harluxet Hiztegia Entziklopediko euskaldunak (Harluxet Hiztegi Entziklopedikoa, 2005) honela definitzen du **interfaze** hitza:

*“iz. INFORM. Bi unitate edo sistemaren arteko muga, informazioa elkartrukatzea ahalbidetzen duena.”*

Elkartrukatutako informazio horrek zentzumen desberdinei erantzun diezaieke, ikusmenari, entzumenari eta ukimenari, besteak beste. Horrez gain, erabiltzailearen beste ezaugarri batzuk kontuan eduki beharko ditu mundu birtualaren esperientzia osotasunean disfrutatu ahal izateko, batez ere, pertsonaren kokapena eta orientazioa.

Era berean, kasu askotan, teknologia erabiltzen ari denaren mugimenduak ere antzeman beharko ditu, helburu beragatik.

Horregatik, teknologia hauek eskatzen duten informazio mota guztia hauek jasotzeko hainbat interfaze beharko dira eta, nahiz eta, kasu batzuetan, bai errealitate birtualean zein areagotuan interfaze hauek berberak izan, badaude teknologia bakarrari dagozkionak ere.

Beraz, atal honetan, alde batetik teknologiaren arabera eta bestetik, multzo horien barruan, erantzuten dieten beharren arabera sailkatuko dira existitzen diren interfazeak.

### **5.3.1. Errealitate birtualaren interfazeak**

Errealitate birtualaz gozatzeko beharrezko hainbat interfaze aipatuko dira atal honetan zehar eta hau garatzeko *Review of Virtual Environment Interface Technology* liburua hartu da oinarritzat. (Youngblut, C., Johnston, R. E., Nash, S. H., Wienclaw, R. A., Will, C. A., 1996)

#### **Interfaze bisualak**

- Betaurreko pasiboak:

Betaurreko pasiboak bi motatan banatu daitezke: alde batetik, anaglifoak, eta bestetik, polarizatuak.

Lehenengo metodoa jarraitzen duten betaurrekoak, hots, **anaglifoak**, aipatuko direnetatik oinarritzakoena da eta begi bakoitzerako kolore osagarrietako filtroak erabiltzean dautza. Mota honetako betaurreko ohikoenak lente bat gorria eta bestea urdina duenak dira, duela hamarkada bat inguru zinemetan 3D filmak ikusteko erabiltzen ziren horietakoak, baina gorri-berdea edo laranja-berdea konbinazioak ere eduki ditzakete.

Ezaugarri horiek dituztelarik, begi bakoitzak duen lentearen kolorea ez diren guztiak ikusten ditu, horrela irudi estatiko eta dinamikoak begi bakoitzarentzat kolore



desberdinez aurkeztuz. Era horretan, begi bakoitzak baztertu beharreko irudia aukera daiteke.

Teknologia honen abantailarik handiena bere kostu baxua da, edozein ingurunetan erabiltzea baimentzen duena baita. Hala eta guztiz ere, koloreen aldaketak, argitasunaren galera eta begietako nekea eragin ditzake.

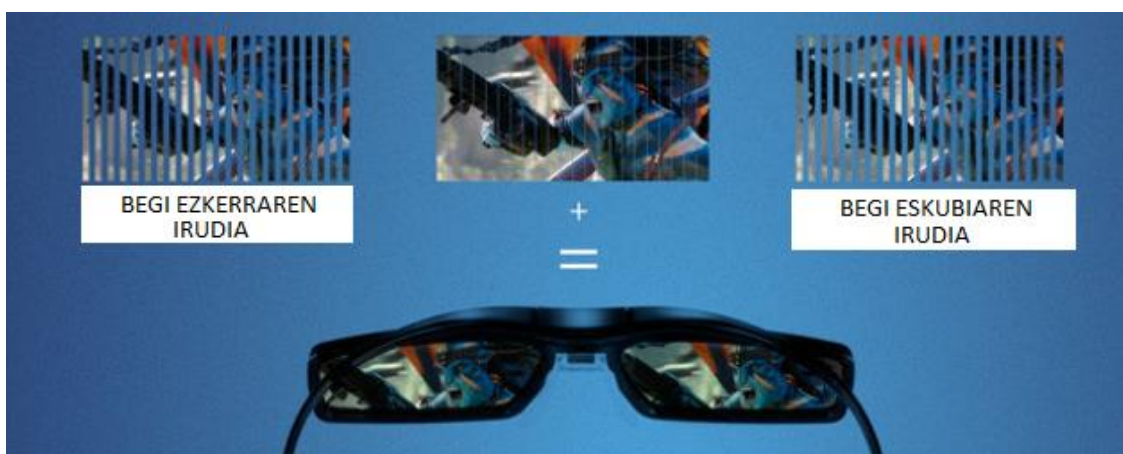


**Irudia 8:** Betaurreko pasibo anaglifoak  
Iturria: InnovaTecno

Bigarren motako betaurrekoek, ordea, hau da, betaurreko **polarizatuak**, begi bakoitzak ikusi beharreko irudia koloreen bidez bereizi beharrean, argi polarizatu erabiltzen dute. Horretarako, beharrezkoak dira irudiak perspektiban sor ditzaketen era ezberdinean polarizatutako bi proiektore, edo bestela, irudi lerrotatuak aurkeztu ditzakeen pantaila bat non lerro bakoitiak begi batentzat izango diren eta bikoitiak bestearentzat.

Modu horretan, betaurrekoen filtro polarizatuak, begi bakoitzari dagokion irudia bakarrik iristea lortzen da, horrela hiru dimentsio efektua sortaraziz.

Aurreko motako betaurrekoek ez bezala, polarizatuak irudien koloreak guztiz errespetatzen dituzte baina, hala ere, ez dute lortzen argitasun egokia mantentzea, nahiz eta ekonomikoa den.

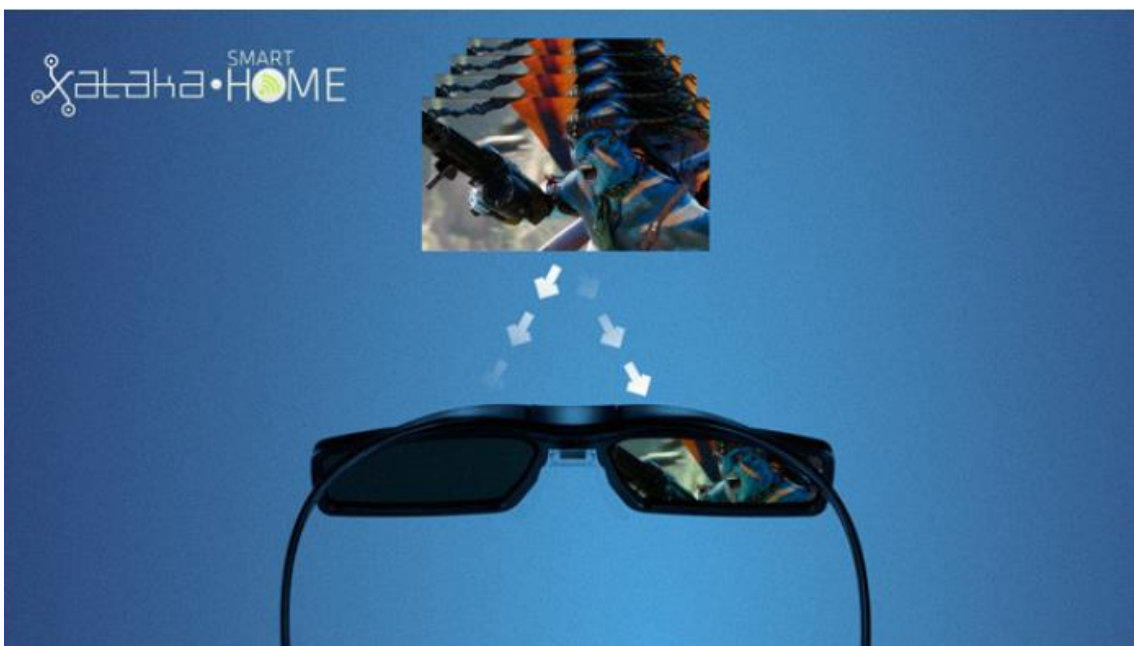


**Irudia 9:** Betaurreko pasibo polarizatuak  
Iturria: Xataka

- Betaurreko aktiboak:

Kasu honetan, nahiz eta sistema antzekoa izan, bi begietako irudiak ez dira aldi berean proiektatzen, sekuentzialki baizik; lehenengo begi bateko irudia eta, ondoren, bestearena.

Irudien bazterketa egiteko kristal likidozko obturadorez osatutakoak dira betaurreko hauek, era horretan, begi bakoitzak dagokion irudia ikusirik. Sinkronizazio hori modu egoki batean gauzatzeko, betaurrekoen buxadura proiektzioaren sekuentziarekin kudeatzeko kontrolagailu bat behar da, baita pantailaren maiztasuna 120 eta 140 Hz bitartekoa izatea gutxienez. Izan ere, maiztasun txikiagoetan begien arteko diafonia sortu daiteke.



**Irudia 10:** Betaurreko aktiboak  
Iturria: Xataka

- Monitore autoestereoskopikoak:

Teknologia hau erabiltzeko ez dago betaurreko berezien beharrik. Monitoreek gainean mikrolente batzuk dituzte eta desbideratze bat sortzen dute bi edo irudi gehiagotatik abiatuta. Modu horretan, eremu estereoskopikoak sortzen dira pantailaren aurrean eta baita estereoa alderantzikatua dagoen beste inguruetan ere.

- Head Mounted Display (HMD):

Head Mounted Displayak edota HMDk “buruan muntatutako pantaila” esan nahi du eta, izenak adierazten duen bezala, buruan jartzen den kasko antzeko batean datza, nahiz eta gaur egun gehienek bakarrik begiak estaltzen dituzten, begien aurrean



kokatutako pantaila bat izanik oinarrian. Gehienez ere, pantailaz gain, aurikular batzuek hornituta daude.

Sistemak daraman ordenagailuak pantailan irudiak agerrarazten ditu erabiltzailearen posizioa eta orientazioaren arabera, beronen murgilpena ziurtatuz. Ikuseremua gero eta zabalagoa izan, orduan eta hobe izango da murgilpen esperientzia. Izan ere, hau txikiegia bada, aurpegitik hurbil kokatutako 3D pantaila baten irudipena ematen du.

- Binocular Omni Orientation Monitor (BOOM):

BOOM siglen esanahia “norabide orotako monitore binokularra” da eta teknologia honen funtzionamendua HMDaren antzekoa da.

Kasu honetan, monitorea beso mekaniko artikulatu baten gainean eraikitzen da eta artikulazioetan posizionatze-sentsoreak kokatzen dira. Egitura egonkortu eta esfortzurik gabe mugitzeko kontrapisu bat ere badauka.

Ingurune birtuala ikusteko erabiltzaileak monitorea eutsi eta honen aurrean kokatu besterik ez du. Horrela, artikulazioen kokapen eta orientazioa kontuan hartuz, ordenagailuak eszena bat sortuko du.

- Virtual Model Display (VMD):

Teknologia honen oinarri orokorra mahai gaineko pantailak dira eta horien berezitasuna duten dimentsio handian datza non irudi estereoskopikoak proiektatzen diren.

- Automatic Virtual Environment (CAVE):

CAVEak gela itsura duten kubo-egiturak dira eta paretetan irudiak proiektatzen dira murgilpen efektua lortzeko, hau da, VMDen antzeko teknologia darabil sistema honek.

Sinpleenak bi paretez eta lurraz osatzen dira eta, nahiz eta egitura oso oinarritzkoa izan, murgilpen gradu onargarria eskuratzen da. Hortaz, existitzen diren bost eta sei aldeetako murgilpena ikaragarria da.

Bestalde, CAVEtan proiektatutako irudiek erabiltzailearen posizioa eta orientazio kontuan hartzen ditu, eta horregatik beharrezkoak dira jarraian azalduko diren posizionatze-sistemak.

### Kokatze-sistemak

Sistema hauek ordenagailuari erabiltzailearen kokapena eta orientazioa transmititzeaz arduratzen dira, horrela erakutsi behar den irudien perspektiba berria kalkulatzeko edota soinu egokiak sortzeko.

Jarraian, posizioa eta orientazioa neurtzeko hainbat teknika azalduko dira:

- Aztarnari elektromagnetikoak:

Mota hau da aztarnari guztietatik erabiliena eta eremu elektromagnetikoen transmisore batek, hargailu batek eta prozesatze-unitate batek osatzen dute. Transmisorea antena funtzioa duten hiru bobinaz dago osatua eta hargailuan aurkitzen diren beste hiru bobinen perpendikularrak diren eremuak sortzen ditu. Gainera, uhinaren forma eta igorritako seinalearen potentzia ezaguna direnez, jasotako seinaleekin alderatzen da foku-igorlearen distantzia eta orientazioa zehazteko.

Teknologia honen abantailarik handiena sentsoreek sei askatasun-maila dituztela da eta hori, erabiltzailearen mugimenduak oztopatu dezaketen hargailu pisutsuen beharrik gabe.

Horrez gain, eremu magnetikoak transmisore eta hargailuaren artean dauden objektuetan barrena igaro daiteke, metalezkoa ez den bitartean, eta bereizmen oso altua jadedsten du.

Alabaina, desabantailen artean, aldiz, hargailuek igorritako uhin elektromagnetikoen forma zehatzaren beharra, datuak ordenagailura denbora errealean pasa beharra eta, batez ere, objektu metalikoek eragin ditzaketen distortsioak daude.

- Ultrasonu-aztarnariak:

Teknologia honen oinarria aurrekoaren bera da: transmisore bat, hargailu bat eta unitate logiko bat. Kasu honetan, ordea, uhin elektromagnetikoak erabili beharrean, bozgorailu batek igorritako eta mikrofonoek jasotako uhin ultrasonikoak baliatzen dira distantziaren kalkulurako beharrezko neurriak eskuratzeko.

Distantziaren kalkulu hori uhina igortzen denetik jasotzen den arteko denbora neurtuz burutzen dira eta erabiltzailearen kokapena triangulazio teknikaren bidez zehazten da, hiru mikrofono baliatuz.

Hargailuak, hots, mikrofonoak, txikiak eta arinak izan daitezke eta bereizgarritasun handia lor dezakete kostu txiki batekin, baina desabantaila nagusia hauen eta transmisoreen artean ikusgarritasun zuzena egon behar duela da eta horrek erabiltzailearen lan-eremua txikia izatea eragiten du. Gainera, aztarnari hauen naturagatik soilik, interferentziak sortzea nahiko ohikoa da.

- Aztarnari optikoak:

Mota honetako aztarnariak kamera bat darabilte argi-igorgailuen posizioa eta orientazioa detektatzeko eta transmisore kopurua aldatuz askatasun-graduak ere aldatu daitezke.

Aipatutako kamera estereoa izan ohi da, hau da, irudi baten ordean, bi atzematea ahalbideratzen du, baita bi irudi horien desberdintasunen ondorengo analisia ere. Horrela, igorlearen kokapen tridimentsionala zehaztea lortzen da.

Hala ere, teknologia hau erabiltzeko ere, beharrezkoa da ikusgarritasun zuzena egotea transmisore eta hargailuaren artean. Horrez gain, beste argi-iturri batzuek eta gailu islatzaileek interferentziak eragin ditzakete eta horrek arazoak eman ditzake.

- Aztarnari mekanikoak:

Aztarnari mekanikoak beso robotiko batez osatzen dira. Besoa maila zurrunezko egitura artikulatu batean, euste-oinarri batean eta organo terminal aktibo batean datza. Azken hori gorputzaren atal bati lotuta egoten da, arrastoa jarraitzen zaion atalari zehazki, normalean eskua edo burua delarik.

Dituzten abantaila nagusienak abiadura bizkorra, zehaztasuna eta interferentziekiko sentikortasun eza dira.

Bestalde, desabantailen artean, erabiltzailearen mugimenduak oztopatzea eta horrek eragiten duen lan-eremuaren mugapena ditugu.

- Aztarnari inertzialak:

Gailu mota hauek lan-eremu askoz ere handiagoa baimentzen dute, ez baitago loturarik lokalizagailu eta kalkuluez arduratzen den ordenagailuaren artean eta teknologia momentu angeluarraren kontserbazioan oinarritzen da. Halaber, miniaturazko girokopioak HMDetan hel daiteke, baina oreka galtzen dute normalean eta bibrazioekiko oso sentikorrak dira.

Aitzitik, aztarnari klase hauekin bakarrik ezin da lokalizazio espazialik burutu, nahitaezkoa da horretarako beste gailuren baten erabilera, azelerometroak esate baterako, baina, hala ere, oraka galtzeko joera dute eta irteera distortsionatu egiten da Lurraren grabitate-eremu dela eta.

**Elkarrekintza-gailuak**

- Eskularruak:

Gailu hauek hatzen makurdura antzematen duten eta horrela ordenagailuarekin elkarrekintza intuitiboa posiblea da. Are gehiago, konfigurazioaren arabera, hatzen arteko mugimendu erlatiboak ere igarri ditzakete.

Normalean, funtzionaltasuna zabaltzeko eta osatzeko, feedback bisuala gehitzen zaio, hots, mundu birtualean bertan eskuak egiten dituen mugimenduak jarraitzen dituen esku birtual bat agertzen da. Era berean, kokapen-gailuak ere batzen zaizkie eskumuturrean edota besoan zehar, esku errearen mugimenduak mundu birtualean hautemateko gai direnak.

- 3D saguak:

3D sagu eredu bat baino gehiago existitu arren, denek teknologia bera jarraitzen dute: sagu edo kokapen-bola bati aldaketak egiten zaizkio arrasto-sistema bat gehitzeko.

Erabilera errazeko aparailuak dira, gaur egun edozeinentzako ezagunak, sagua mugitu nahi den norabidean bultzatu behar da soilik. Oso erabilgarriak dira nabigazioan edota objektuen aukeraketetarako, baina errealitate sentsazioa eskasa da aipatutakoak ez diren beste erabileretan.

Saguen aldaera batzuk *trackball*ak dira. Gailu horiek sentsore batzuen gainean jarritako bola bat dute non eskuekin indarra egiten den eta sentsoreak mugitu ezin diren arren, erabiltzaileak egindako indarren norabidea antzeman dezakete.

- Hagak eta *joystick*ak:

Bi sistemek funtzionamendu bera dute eta euren arteko desberdintasun bakarra hagatxoek helduleku eza da. Kokapen-sistema batez daude osatuta eta erabiltzaileak eskuaz eusten eta mugitzen du.

Sistema hauek ere sei askatasun-gradu ahalbideratzen dituzte, hiru kokapenarenak eta beste hiru orientazioarenak, baina, hala ere, euren ekintzak praktikan klik egitera edota objektuak hautatzera dago mugatuta.

- Ahots-antzematea:

Pertsona eta ordenagailu arteko elkarrekintzarako edota gailuei aginduak emateko beste era bat ahotsaren bitartez egitea da. Teknologia hau hitzen patroien memorian eta ondorengo konparaketan datza, jarraian, igorritakoa antzeman eta ezagutzeko. Horregatik, sistema hauek aurretiko prestatze bat behar izaten dute, teknologia ahotsaren doinura eta erabiltzailearen hitz egiteko erara ohitzeko.

- Sentsore biologikoak:

Sentsore biologikoak edo biosentsoreak biopotenzialak neurtzen dituzten interfazeak dira. Gaur egun, muskuluetako edo burmuineko aktibitate elektrikoa zein begien mugimendua neurtu ditzaketen detektagailuak existitzen dira eta larruazalean jartzen diren elektrodo batzuetan oinarritzen dira.

### **5.3.2. Errealitate areagotuaren interfazeak**

Errealitate areagotuaren sistemen arrakastaren gakoa software eta hardware plataformen eta mundu errealaren arteko integrazioaren efizientzian datza.



Jarraian, errealitate areagoturako hardware plataforma osatzen duten gailuak aipatu eta azalduko dira *Augmented-Reality Survey: from Concept to Application* (Kim, S. K., Kang, S. J., Choi, Y. J., Choi, M. H., Hong, M., 2017) dokumentutik eskuratutako informazioan oinarriturik. Aztertutako gailuak ondorengoak dira: web-kamera duten ordenagailuak, smartphoneak eta tabletak, HMDak, betaurrekoak eta, amaitzeko, ukipenezko gailuak.

### Web-kameradun ordenagailuak

Web-kamera duten ordenagailu pertsonalak dira errealitate areagoturako orain arteko gailu erabilienak. Ordenagailu hauen izaera finkoa dela eta (izan ere, ordenagailua eramangarria izan daitekeen arren, mahai gainean geldi pausatzeko pentsatuak daude), markagailu bat ipintzen da web-kameraren barnean, zeinak zuzeneko transmisioa erakusten duen.

Kasu honen adibide argia da Shiseido kosmetika markak erabiltzen duen *Shiseido Makeup Mirror* (Shiseido makillaje ispilua) aplikazioa. Aplikazio hori erabiliz, erabiltzaileak ezpainetako eta begietako itzal desberdinak nola gelditzen zaizkion ikusi dezake aurpegia zikindu gabe edota urrutira. Horrek enpresaren Internet bidezko salmentak areagotu ditu, erabiltzaileak produktuen emaitzak ikusi baititzake eskuartean eduki aurretik.

Beste eredu bat *The kiosk* deiturikoak izan daitezke. Bezeroek errealitate areagotuaren bidez nahi duten artikulua informazio gehigarria eskuratu dezakete kiosko izeneko estazio fisiko horietan. Lego enpresak, esate baterako, bere dendetan horrelako gailuak ditu bezeroak bertara hurbildu eta jostailu muntatua ikusi dezakete pantailan kamerak eskuartean duten kaxa detektaturik. Era berea, azoka eta konbentzioetan ere erabiltzen dira, bertara urreratutako jendeari esperientzia aberatsago bat eskaintzeko.

SandBox proiektuari esker, eredu topografikoen eraketa fisikoaren prozesuan denbora errealean gehitzen den errealitate areagotuaren sistema bat garatu da. Ondoren, modelo topografikoak konputagailu baten bidez eskaneatu egiten dira denbora errealean, jarraian, proiektore bat baliatuz, efektu grafiko eta simulazioen oinarritzat erabiltzeko.

### Smartphone eta tabletak

Errealitate areagotuaren sektorean, aurreko ataleko web-kameradun ordenagailuen nagusitasuna gailu hauen agerrerarekin amaitu zen. Izan ere, gaur egun, telefono adimendunak eta tabletak dira errealitate areagotuaren edukira heltzeko gailu erabilienak, euren eskuragarritasuna dela eta.

Smartphonek bi erabilera-maila dituztela esan daiteke. Alde batetik, nonahikoa daukagu, eta bestetik, konstante deiturikoa.

Lehenengo erabilera-mailaren adibide bat aipatzearen, Wikitude World Browser izeneko errealitate areagotuaren erremintaz mintzatu daiteke. Erabilera



errazeko erreminta honen funtsa informazioa mundu errealairekin batera era jarraian agertzean datza, web pluginean oinarriturik.

Beste alde batetik, Microsoften omniTouch-a erabilera-maila konstantearen eredua da eta konputagailu mugikor, sakontasuna detektatzeko kamera eta eguneroko gainazaletarako proiektzio-sistema batean datza.

### Head Mounted Display (HMD)

Gailu hauek dagoeneko errealitate birtualen interfazeen atalean aipatua dago, baita bere funtzionamendu orokorra azaldua ere. Hala ere, oraingo argibideak errealitate areagotuan zentratuak izango dira.

Kasu honetan, HMDak aurikular batzuei lotutako pantaila bat dira eta informazio eta irudiak erabiltzailearen ikuseremuaren goialdean kokatzen dira sei graduko askatasun-mailarekin. Pantailan agertutako irudiak aldatu egiten dira erabiltzaileak burua mugitzen duen ahala, bai norabidea aldatzen duenean, baita angeluz aldatuta ere.

SKULLY katea puntu-itsuetarako 180ºko kamera integratua eta arriskuen abisuentzako pantaila bat duen lehen kaskoa da, kokaleku-kontzientzia eta segurtasun paregabea eskaintzen duena.

Halaber, Microsoftek ere horrelako gailu bat sortu du, Microsoft HoloLens deituriko konputagailu holografiko autonomoa zehazki. Hainbat sentsorez, optika aurreratuaz eta prozesatze-unitate holografiko pertsonalizatu batez dago osatua eta 3D ereduak denbora errealean ikustaraztea ahalbideratzen die erabiltzaileei. Gailuaren bidez, erabiltzaileak eta eduki digitalak edota hologramak elkar eragiten dute.

Bukatzeko, aipatzekoa da DAQRI kasko adimendunak giza-gaitasunak hobetzen dituela edozein industria arlotan, erabiltzailea lan-ingurunearekin konektatzen duelako, ekintza horrek arazo bat bera ere suposatzen gabe.

### Betaurrekoak

Errealitate areagotuaren betaurrekoen teknologia oraindik oso ohikoa ez den arren, gorakadan aurkitzen den plataforma bat da. Orobat, ikerketek esaten dute tabletak eta telefono adimendunak bezain ohikoak bihurtzeko probabilitatea dagoela, erabiltzaileari bere beharrian eta lehentasunetan oinarritutako errealitate areagotuaren elikadura jarraituaren aukera ematen bada.

Ezagunenak Google Glassak dira nahiz eta badauden Vuzix-ek ekoiztutako antzeko produktuak dagoeneko salgai daudenak. Dena dela, urteak aurrea joan ahala, teknologia hobetzen joango da eta prezioak txikituko dira, horrela gailu berriak agertzen joango dira.

Meta betaurrekoentzat errealitate areagotua erabiltzailearen errealitateari gainjartzen zaio. Erabiltzailearen keinuak Metak identifikatuak ditu 3D objektuak



nahieran maneiatu ditzan eta, gainera, pantaila kopuru mugagabea ahalbideratzen zaio, bideoa orri batean erreproduzitu baitaiteke.

Icis izeneko produktua, aldiz, betaurreko normalen multzo bat dirudi kamera ez baita ikusten.

Bestalde, Atheer One betaurreko adimentsuak elkarrekintza naturala bultzatzen dute, hau da, erabiltzaileek eskuaren keinuekin kontrolatu dezakete. Begi bakoitzarentzat bi pantailaz osatuta dago eta ia erabiltzailearen aurpegiaren aurrean paisaiari orientatutako 26 hazbeteko tableta baten baliokidea da.

### Ukipenezko gailuak

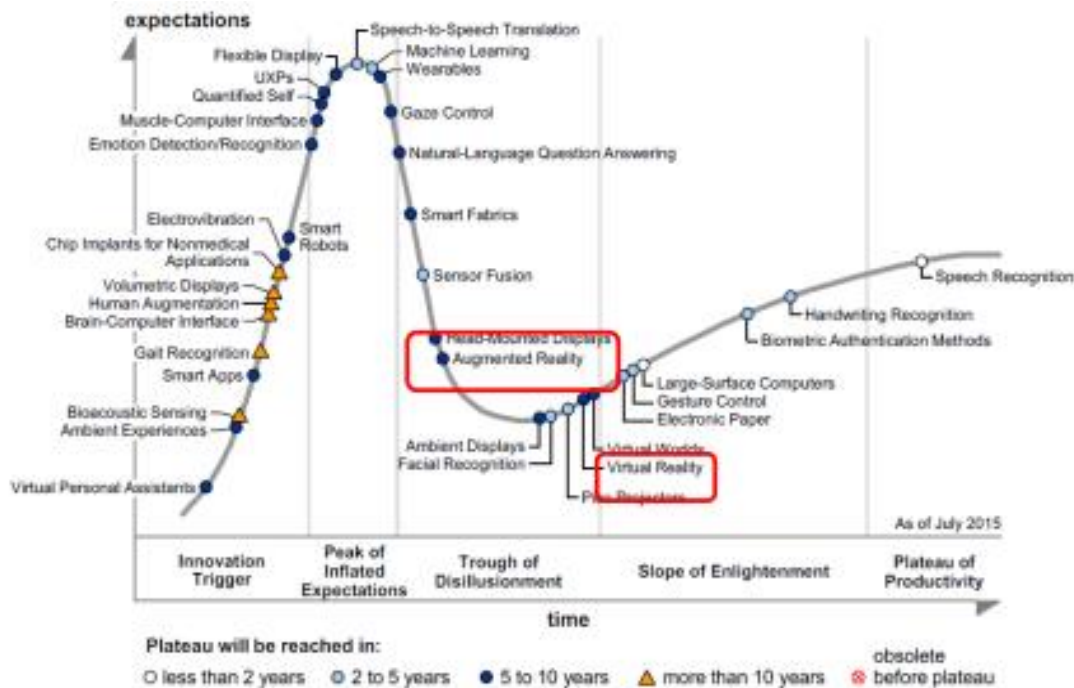
Ukipenezko errealitate areagotuak ingurune erreal bat ukipen-elkarrekintza sintetikoaz areagotua esperimintatzea ahalbideratzen dio erabiltzaileari. Adibidez, hainbat kontsola ezagunen aginteak (Nintendo Wii U, Xbox eta Play Station 4arena besteak beste) mota honen barruan sartzen dira eta ukipen bidezko feedbacka eskaintzen diete erabiltzaileei denbora errealean.

Halaber, PHANToM Stylusa ere multzo honen barnean kokatzen da. Gainera, HMD batekin konbinatuz gero, erabiltzaileak bere aurrean irudikatutakoa uki dezake eta baita sentitu ere. Virtual Haptic Back (VHB) sistemaz konbinaturik, aitzitik, zirujau batek giza gorputzaren organoak eta beste atal guztiak ikus ditzake ebakuntzan zehar, bitartean bere hatzetara ukipenezko feedbacka heltzen delarik. Dena dela, medikuntzaren arloan bakarrik ez ezik, bizitzaren beste hainbat eremutan ere aplikatu daiteke teknologia hori, industria eta enpresetan ere bai logikoa denez.

## 6. ETORKIZUNeko APLIKAZIOAK

Lan honetan landu diren bi teknologiek, hots, bai errealitate birtualak baita errealitate areagotuak ere, etorkizun luze bat edukitzea espero da. Izan ere, ez dira oraindik heldutasunera iritsi.

Gartner-en hiperzikloa pertsonen teknologia edota produktu berritzaileengan duten itzaropena denborarekin erlazionatzen duten grafikoa da eta bertan oinarrituta, etsipen-amildegian koka genitzake bi teknologia horiek, errealitate areagotua 2015ean etsipen maximora ailegatu gabe eta errealitate birtuala bertatik ateratzeko bidean, finkatze-maldan sartze. Era berean, HMDak errealitate areagotuaren puntu berdinean dago gutxi gorabehera.



**Irudia 11:** Gartnerren hiperzikloa  
 Iturria: Aragoiko Teknologia Institutua

Orobat, aipatutako gailu eta teknologien aurrerapenak eta kostuen murrizketek euren hedapena bultzatuko dute. Zehazki, 2020 eta 2025 bitartean grafikoaren produktibitate-lautada zatira iristea estimaturik dago. (Riobó Iglesias, J., Aznar Relancio, S., Gracia Bandrés, M.A., Romero San Martín, D., 2015)

Beraz, teknologia horiek jasango duten gorakadaren ondorioz, gaur egun dituzten aplikazioak eboluzionatu egingo dira eta beste berri batzuk biltzeko potentziala dute.





Alde batetik, Springer-en eskutik argitaratutako “*Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives*” (Zheng, P., Sang, Z., Zhong, R. Y., Liu, Y., Liu, C., Mubarak, K., Xu, X., 2018) artikulua arabera, adimendun diseinuak gero eta garrantzi gehiago edukiko du. Hortaz, 5.2. atalean aipatutako prototipatze eta diseinu funtziotan errealitate birtual eta areagotuaren aplikazioa gero eta ohikoagoa izango da, eta fabrikazio gehigarriarekin batera landuko dira diseinu eta prototipo berriak sortzeko garaian. Izan ere, gero eta garrantzi gehiago emango zaio diseinatze prozesuan bezeroaren parte hartzeari, eta bi teknologia horiei esker, bezeroak produktua ikusi ahal izango du fisikoki sortu aurretik. Beraz, kasu honetan, ez da gaur egungo aplikazioarekin desberdintasun handirik, baina gero eta enpresa gehiagok erabiliko dituzte VR eta AR teknologia berritzaileak diseinu eta prototipoen sorkuntza prozesuetan eta gero eta onartuagoak egongo dira sektore industrialaren alderdi honetan.

Bestetik, ingeniariak kolaboratiboaren arloan bilatu zaien aplikazioak ez dauka arrakastarik edukitzeko itsurik, etorkizun hurbil batean behintzat. Izan ere, oraindik ez da lortu funtzio hori modu efiziente batean burutzea eta arazoak ematen ditu. Beraz, aplikazio horrek aurrerapenak eta hobekuntzak jasan beharko ditu enpresetan bere lekua aurkitu eta finkatu aurretik.

Azkenik, “*Virtual reality applications in manufacturing industries: Past research, present findings, and future directions*” (Choi, S., Jung, K., Noh, S. D., 2015) izeneko artikuluan bildutako analisi baten datuetatik ondoriozta daitekeenez, etorkizunean, ekoizpen-prozesuaren loturiko arazoak fabrika errealekin birtualekin denbora errealean konektaturik aurreikusi, konpondu eta kontrolatuko dira. Bi munduen elkarketa hori adimendun ekoizpen sistema batean emango da errealitate birtualaren bidez, teknologia horri esker ulermen eta erabaki-hartze azkarrak lortu ahal baitira irudi birtualen bistaratzeari esker.

Errealitate birtuala ez da aurretik aipatutako diseinu eta prototipo prozesuetan bakarrik erabiliko, baizik eta produktuaren ekoizpen prozesuan ere bai, era aktiboan gainera.

Horrez gain, errealitate birtuala tailerreko errendimendu adierazlea gainbegiratzeko ere erabiliko dela aurreikusten da. Alabaina, hori lortzeko, beharrezkoak izango dira konexio dinamikoen garapena eta fabrikazio teknologien, VR teknologien eta informazio teknologien bateratzea.



# GAIAREN AZTERKETA PRAKTIKOA

# 1. MERKATUAREN AZTERKETA

---

Errealitate birtualak eta errealitate areagotuak eskaintzen dituzten aukera guztiak ikusirik, hainbat enpresek aurkitu dute teknologia horietan zerbitzu berritzaile bat eskaintzeko abagunea. Horregatik, gaur egun, bi teknologia mota horiek sektore industrialaren alderdi guztien eskura jartzen dituzten gero eta enpresa gehiago ari dira sortzen eta, azken finean, Euskal Autonomia Erkidegoan ez zen bestela izango. Horrenbestez, gure inguruan bertan, errealitate birtual zein areagotuaren sistemak eskaintzen dituzten hainbat enpresa aurkitu ditzakegu.

Jarraian, Euskal Autonomia Erkidegoko errealitate birtual eta areagotuaren merkatuaren barruan aurkitu daitezkeen enpresa horietako nagusienak aztertu eta euren inguruko hainbat datu bilduko ditugu.

Horrez gain, merkatu azterketa hau egin ostean, VR et ARaren inguruko galdetegi bat prestatuko da, lanean aurrerago agertuko dena, eta atal honetan aipatuko diren enpresekin kontaktatuko da, galdetegia erantzun dezaketen eskatu eta bildutako erantzunak aztertzeko.

## 1.1. Virtulware Group

Virtualware murgilpen-teknologia eta teknologia interaktiboetan oinarritutako produktu eta neurri egindako soluzioen garapenean espezializatutako enpresa teknologiko bat bezala deskribatzen da bere webgunean. Erakundea hainbat aplikazio arlotara bideratzen da, balio erantsi handiko soluzioak eskainiz munduko herrialdetan (Espainian, Erresuma Batuan, Mexikon, Txilen eta Kolonbian) eta bere nazioarteko kideen sareari.

Eskaintzen dituen zerbitzuak bai errealitate birtualean baita errealitate areagotuan oinarritzen dira eta sortzen dituzten soluzioak sektore industrialera bideratzeaz gain, hezkuntzara eta osasunera bideratutakoak ere eskaini dituzte dagoeneko.

Enpresen munduan, marketin, mantentze lan eta langileen prestaketetara zuzendutako hainbat aplikazio burutu dituzte eta horretarako hainbat software eta hardware saltzen dituzte produktutat.

2004an sortu zenetik bezeroen zerrenda luze bat eskuratu du eta horien artean, Eusko Jaurlaritza edo Osakidetza bezalako erakunde publikoek gain, enpresa pribatuak ere badaude: Iberdrola, Repsol, Adif, Santillana, Indra, Idom, Codeico... (Virtualware Group, 2018)

## 1.2. Nuavis

Nuavis sektore industrialarentzako balio erantsi handiko soluzioen garapenean espezializatutako oinarri teknologikoko enpresa bat bezala definitzen da bere webgunean. Enpresak errealitate birtualaren, areagotuaren eta ikuste artifizialaren inguruko teknologia berrienen ezagutza sakonak ditu eta software-liburutegi batzuetan bilduak dituzte ezagutza horiek, ondoren, bertatik bezero bakoitzaren behar espezifikoerantzunak bilatzen dizkiete.

Eskaintzen dituzten zerbitzuek enpresaren hainbat arlotan dituzte aplikazioak eta aipatutako liburutegian alderdi horietan dituzte sailkatuta: ekoizpena, mantentzea eta segurtasuna, besteak beste.

Nuavisek garatzen dituzten softwareak saltzen ditu, baita makineriaren konektibitateko beharrezkoak izan daitezkeen kontrol-elementuak bezeroen eskura jarri ere, eta egokienak diren hardwareei buruzko gomendioak ere ematen dituzte. (Nuavis Technology, 2017)

## 1.3. Ludus

Ludusek industriako eta larrialdietako langileak prestatu eta entrenatzeko errealitate birtualean oinarritutako simulazio sistema bat aurkezten du. Euren hitzetan, eskaintzen duten zerbitzua hiru puntutan laburbildu daiteke:

- Murgilpen ingurune errealisten berregitea.
- Egoera arriskutsuetako entrenamenduak modu seguruan.
- Erraz ezarri eta maneiatzeko teknologia.

Martxan dituzten proiektuen artean, sektore industrialerako hainbat software edo simulagailu dituzte: lan-arriskuen prebentzio simulagailua, orga jasotzailearena, alturetako erorketen prebentziorakoa eta muntaiako arriskuen prebentziorako simulagailua.

Enpresa honen bezeroen artean Gas Natural Fenosa, Vibacar, Gamesa, Iturri Group, Sidenor eta Gestamp aurki ditzakegu, besteak beste, hau da, hainbat arlo desberdinetako enpresak. (Ludus, 2018)



#### **1.4. Beitxu Studios**

Beitxu Studiosek ingurune birtualetako murgilpen-esperientzien diseinua eskaintzen die enpresa eta marka desberdinei.

Eskaintzen dituen zerbitzuak errealitate eta sortzen dituzten soluzioak sektore industrialera bideratzeaz gain, osasunera bideratutakoak ere eskaini dituzte dagoeneko.

Zerbitzu horiek ere hainbat aplikazio eduki ditzakete sektore industrialaren barruan: diseinua, marketina, langileen prestaketa... (Beitxu Studios, 2017)

#### **1.5. LANDER Simulation**

Enpresa hau gidari profesionalen prestakuntzarako neurria eginiko simulagailuen ekoizpenean egiten dute lan. Simulagailu horiek bezeroaren beharrezan erantzuten dien software eta tresneriaz osatzen dira.

Beraz, begi-bistakoa den bezala, eskaintzen duten produktua enpresetan ibilgailuekin lanean aritzen diren langileen prestakuntza prozesuan aplika daitezke. (Lander Simulation & Training Solutions, 2018)

#### **1.6. Mybrana**

Mybranak errealitate areagotu interaktiboan oinarritutako adimen artifizialdun joku-motore bat garatu dute. Errealitate areagotuak aurpegia bezalako markagailu naturalak erabiltzen ditu oinarritzat.

Sortu duten softwarea telefono mugikorreko aplikazio bat bezala erabiltzen da, berorren kamera erabiliz irudiak antzeman eta erabiltzeko. Oso erabilgarria da marketinerako, irudi errealei iragarkien irudi birtualak gehitu ahal baitzaizkio.

Enpresa honen bezeroen artean Sabadell Bankua, Startup Xplore, SeedRocket eta beste hainbeste aurki daitezke. (Mybrana, 2016)

## 1.7. LABURPENA

Laburbiltzeko, hurrengo taulan aztertutako enpresen ezaugarri garrantzitsuenak biltzen dira:

|                          | ZER TEKNOLOGIAREKIN EGITEN DU LAN?                                   | ZER ESKAINTZEN DU?   | ZER APLIKAZIOTARAKO ZUZENDUTA?  |
|--------------------------|--|--|---|
| <b>VIRTUALWARE GROUP</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• VR</li> <li>• AR</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareak</li> <li>• Hardwareak</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marketin eta salmentak</li> <li>• Mantentze- lanak</li> <li>• Langileen prestaketa eta trebakuntza</li> <li>• ...</li> </ul> |
| <b>NUAVIS</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• VR</li> <li>• AR</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareak</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekoizpena</li> <li>• Mantentze- lanak</li> <li>• Langileen prestaketa eta trebakuntza</li> <li>• ....</li> </ul>             |
| <b>LUDUS</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• VR</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareak</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Langileen prestaketa eta trebakuntza</li> <li>• Muntaia</li> </ul>   |
| <b>BEITXU STUDIOS</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• VR</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareak</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseinua</li> <li>• Marketin eta salmentak</li> <li>• Langileen prestaketa eta trebakuntza</li> <li>• ...</li> </ul>         |
| <b>LANDER SIMULATION</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• VR</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareak</li> <li>• Hardwareak</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Langileen prestaketa eta trebakuntza</li> </ul>  |
| <b>MYBRANA</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• AR</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareak</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marketin eta salmentak</li> </ul>  |

**Taula 1:** EAEko VR/AR enpresak  
 Iturria: Elaborazio propioa

## 2. KASU PRAKTIKOAK

---

Aurreko ataletan ikusi den bezala, 5.2. eta 5.3. ataletan zehazki, bai errealitate birtualak zein errealitate areagotuak aplikazio morderoa dituzte sektore industrialean, baita horiek aurrera eramateko gailu eta interfaze desberdin asko. Era berean, galdetegiaren erantzunak aztertuz, metodologiaren barneko 3.ataleanegiten den bezala, ondorio berdinerira iritsi daiteke.

Hori guztia ikusirik, konklusio bat atera daiteke: gailuen aukera zabalaren arrazoietako bat, aplikazio bakoitzari egokitzea dela. Horrela, aplikazio eta enpresa bakoitzarentzat hobekien egokitzen zaion teknologia eta interfaze edo gailuak aukeratu daitezke, ahalik eta emaitza efizienteenak lortzeko. Izan ere, inguruneak aurkezten dituen baldintzen arabera, lortutako emaitzak ez dira berdinak izango soluzio bat edo beste ezarriz gero, eta zer esanik ez, egindako aukeraketa guztiz desegokia izanda.

Hori dela eta, bi kasu guztiz baliagarri eta orokor aztertuko dira jarraian, bata errealitate areagotua darabilena, eta bestea, berriz, errealitate birtualean oinarritutakoa. Hurrengoak dira kasuak:

1. Mantentze-lanetarako errealitate areagotuaren erabilpena.
2. Langileen prestakuntzarako errealitate birtualaren erabilpena.

### 2.1. 1. KASUA: Mantentze-lanetarako ARaren erabilpena

Mantentze-lanek ekipoak berreskuratu eta horien errendimendua hobetzen dute. Horregatik, oso garrantzitsuak dira produktu baten bizi-zikloan. Hala ere, ekipoen konplexutasuna handitzen ari denez, ingeniari eta mantentze-teknikarientzako erronka berriak agertzen ari dira eta horiei erantzuna emateko, errealitate areagotua teknologia oso egokia da, mundu errealaren eta birtualaren baturak laguntza handia eskaini baitezake beharrezko informazio erakutsiz.

Horrela, langileak aurretik sortutako datu basean gordetako informazio eta argibideak jasotzen ditu *in situ* denbora errealean, mantentze-lanetan dabilen bitartean. Aurkezten den informazio hori testu, ikur (geziak, seinaleak eta abar), irudi (plano edo tresnen imajina, adibidez) zein bideo moduan agertu daiteke, edukia nola programatuta dagoen arabera.

### 2.1.1. Gailua

#### 1. Telefono adimenduna edo tableta

Mantentze-lanetarako gailu aproposenak telefono adimendunak edota tabletak dira, leku batetik bestera mugitzeko erosoak baitira, txikiak eta arinak izateagatik. Era berean, teknikariak elkarrekintza bat eduki dezake gailuarekin gainean eramateko posibilitate horri esker.

Hala ere, ez du mota horietako edozein gailuk balio, ezinbestekoa da kamera batez hornituta egotea, horren bidez irudi eta objektuak antzeman eta softwareak erreakzionatu eta informazio egokia erakutsi ahal izango baitu. Baina gaur egun hori ez da arazo bat, batez ere mugikor bat erabiliz gero, ia guztiak baitaude kamera batez horniturik.

### 2.1.2. Eskakizunak

1. Mantenmendu informazioak **ingurunearen ezagutza** eduki behar du. Horretarako, datu base batzuk edukiko ditu, informazio egokia erakusteko teknikariari.
2. Mantenmendu informazioa **eguneragarria** izan behar da, teknikariek gordetako informazioan eraldaketak eta hobekuntzak egin eta hurrengo mantentze-saioetarako erabilgarria izateko.
3. Gailua **kamera** batez hornituta egotea, aurrean dagoena antzeman ahal izateko.

### 2.1.3. Arlo ekonomikoa

#### Ezarpena

Mantentze-lanetarako AR sistema bat ezartzearen kostuen espektroa oso zabala da. Prezio aldetik hain aukera zabal edukitzearen arrazoi nagusiak bi faktoretan oinarritu daitezke: alde batetik, gailuaren aukeraketan eta, bestetik, softwarean.

Lehenik, funtzio horretarako aukeratutako gailuaren arabera kostuak aldaketak jasan ditzake. Esate baterako, ez da berdina izango 150 € baino gutxiago balio duen telefono mugikor bat erabiltzea edo ia 1000 € balio dituen iPad bat erabiltzea, edota interfazea funtzio horretarako bakarrik erosi izana edo beste aplikazio batzuk ere ematea.





Bestalde, software eta zerbitzu ekoizle gehienak bezeroaren eskaeretara moldatzen dute euren eskaintza, aurrerago azalduko den galdetegiko erantzunetan jaso den bezala. Produktuen zehaztasuna findu edo doitasun-maila jaitsi egin daiteke bezeroaren aurrekontura mugatzeko eta software oinarrizkoenak ehunka euro gutxi batzuk balio dezaketen bitartean, badaude hamarka mila batzuk kostatu dezaketenak ere. Gainera, prezioaren tartean gora eta behera mugitu daiteke softwarearen pertsonalizazio-mailaren arabera ere.

Beraz, kostua zehaztasunez esatea zaila den arren, baieztatu daiteke gailu merkeena eta software pertsonalizatu gabeak eta zehaztasun-maila baxukoak hautatuz gero ezarpenaren kostua 1000 €tik beherakoa izan daitekeela, eta gailu garestiena eta garapen-maila altuko software baten alde agertuz gero 50.000 €ak gainditu ditzakeela.

### Mantenua

Sistema horien mantenuaren kostua definitzea ere ez da erraza, enpresa gehienentzat, ezarritako sistemaren arabera baita. Bezeroak kontratatzen duen zerbitzuaren arabera ere, urtean errealitate areagotuaren sistema mantentzeko inbertitu beharreko diru kopuruak alda daiteke.

#### **2.1.4. Onurak**

1. Langileek *know how* behar ez izatea eta horrek dakarren kostu murrizketa.
2. Denboraren murrizketa eskaintzen duen laguntzagatik.
3. Argibide pertsonalizatuaren eskaintza.
4. Argibideen presentzia denbora errealean.
5. Argibide mota desberdinak: testuak, ikurrak, irudiak eta bideoak, betiko eskuliburuekin ez bezala.
6. Akatsak egiteko probabilitatearen murrizpena.
7. Enpresaren digitalizazioa bultzatzen du, AR sisteman sortutako datuak dagoeneko formatu digitalean baitaude.

#### **2.2. 2. KASUA: Langileen prestakuntzarako VRaren erabilpena**

Enpresetan langileen prestaketan denbora eta dirua inbertitu behar izaten da, baina errealitate birtualarekin horiek murriztea lortu daiteke. Teknologia horri esker, ez dago makinak edo ekoizpena gelditzeko beharrik langile batek makina erabiltzen ikasi dezan, ezta materiala alferrik xahutzekorik ere.



Errealitate birtualaren bitartez, langileak tresnak eta makinak erabiltzen ikasi dezake birtualki irudikatutako makinei esker, benetako baliabideak eta pertsonak arriskuan jarri gabe eta ikasketa prozesuaren amaierarako beharrezko ezagutza eta abilezia guztiak eskuratuz.

### 2.2.1. Gailua

#### 1. HMD:

Funtzio horretarako gailurik aproposena HMD motako bat da. Gainera, gaur egun arinak eta erosoak existitzen dira eta, ondorioz, ez dute erabiltzailearen mugimendua oztopatzen. Gainera, ikusmeneko zein entzumenezko irteerak dituzten gailuak direnez, jarraitu beharreko pausoak, hobeto esateko, informazioa orokorrean, entzun zein ikusi egin dezake formatzen ari den langileak.

Horrelakoa da, esate baterako, HTC fabrikatzaile taiwandarraren HTC Vive gailua, baina esan bezala, antzeko beste hainbat gailu daude merkatuan lan horretarako egokiak direnak.

#### 2. Eskularruak eta Joystickak:

Aldi berean, langileak aurrera eraman beharreko pausu eta ekintzak burutu, eta mugimendu horiek antzeman eta mundu birtualera igarotzeko, elkarrekintza-gailu baten erabilera beharrezkoa da. Orobat, industriako langileen prestaketarako egokienak VR eskularruak eta *joystick*ak dira, errealitate birtualaren sistemak eskuen mugimenduak hauteman ditzan.

Bi interfaze hauen arteko aukeraketa egiteko beharrezko zehaztasun-maila hartu beharko da kontuan, 5.3. atalean azaldu den bezala, eskularruak hatzen arteko posizio mugimenduak eta guzti antzeman baititzake. Beraz, hautaketa langileak ikasi beharreko prozesuaren zehaztasunaren arabera izango da.

Adibidez, prozesua botoi handi batzuk sakatzean eta tamaina ertaineko ukipenezko pantaila batean aukeraketak egitean baldin badatza, CNC tornu bat erabiltzean bezala esaterako, nahikoa izango da *joystick* batez baliatzea langilea trebatzeko.

Beste aldetik, prozesuak hatzen mugimenduen zehaztasun handia eskatzen badu, pieza txikiak maneiatzean esaterako, egokiagoa litzateke VR eskularruak erabiltzea.

#### 3. Kokatze-aztarnariak

Langileak ikasi beharreko prozesu edo eginkizunaren arabera, distantzia ertainak ibili beharko ditu, mundu birtualean bata bestearengandik urrun dauden

makina batetik bestera mugitzeko, esate baterako. Kasu horietan, aurretik aipatutako gailuez gain, kokatze-aztarnari bat beharko da, langileak ematen dituen pausoak antzemateko. Izan ere, ikasketa-prozesu horietan ez da nahikoa izango HMDak beregan dituen azelerometro eta orientazio-sistemekin.

Halaber, 5.3. atalean aipatutako aztarnari guztietatik, egokiena uhin elektromagnetikoak baliatzen dituztenak direla esan daiteke, duten askatasun-maila kopuru handiagatik eta uhin horiek objektuetan barrena igaro daitezkeelako. Beraz, entrenamendua burutuko den gelako objektuek ez dituzte uhinak oztopatuko, metalezkoak ez diren bitartean.

### **2.2.2. Eskakizunak**

1. **Errealitate- eta murgilpen-maila altua** eduki behar ditu, hau da, ingurunearen eta, batez ere, makinaren ezaugarrien irudikapena zehatza izan behar da langileari benetako lanpostuan dagoela iruditzeke eta ingurune horretan lan egitera ohitzeko.
2. Langilearen **mugimenduak zehaztasunez antzeman** ahal izatea ere beharrezkoa da, mundu errealean aurrera eramaten dituen ekintzak zuzen hautemateko. Ezaugarri hau ez bada betetzen, langileak ekintza bera egin beharko baitu, nahiz eta lehengotik ondo egin, softwareak baliogarriztat emateko, horrela ikasketa denbora luzatuz.

### **2.2.3. Arlo ekonomikoa**

#### **Ezarpena**

Bigarren kasu honetarako ere, aurrekoan bezala, kostu zehatz bat finkatzea zaila da. Arrazoiak berberak dira, bai gailuen baita softwareen prezio desberdinak beharrezko murgilpen-mailaren eta kalitatearen arabera. Kostuaren mugak, kasu honetan ere, ehunka euro batzuetatik hamarka mila euro batzuetara ailegatu daitezkeela esan daiteke.

#### **Mantenua**

Berrito ere, kasu honetan planteatzen den sistemaren mantenu prozesuaren kostua zehaztugabea da, enpresa ekoizlearen eta ezarritako errealitate birtualaren sistemaren arabera alda baitaiteke.



Hala eta guztiz ere, dagoeneko aipatu den galdetegiari esker, merkatu azterketan ikertutako euskal enpresa horietako batek mantentze-zerbitzua eskaintzeagatik urtean VR sistemako 1000 € kobratzen dituela jakin ahal izan zen.

Beraz, nahiz eta ziur ezin esan, suposa daiteke sistemen mantenuaren urteko kostua 1000 € horien inguruan ibiliko dela.

#### **2.2.4. Onurak**

1. Makinarekin batera ekoizpena ez gelditu behar izatea langileek ikasi dezaten.
2. Ekoizpena ez gelditzearekin batera, galera ekonomikoak ez edukitzea.
3. Materiala xahutzea ekiditea.
4. Ikasketa prozesuan zehar, makina hondatzeko arriskuak ekiditea.
5. Pertsonen segurtasuna arriskuan ez jartzea.
6. Langile batek baino gehiagok batera ikasi ahal izatea, HMD bat bakoitzarentzat edukirik, makinan itxaroten egon beharrean.



# METODOLOGIA



# 1. PROZEDURAREN DESKRIBAPENA

---

Aldez aurretik, esan beharra dago prozesu guzti honetan zehar proiektuaren zuzendariaren eta ikaslearen arteko kontaktua jarraitua izan dela, bai teknologia berrien bidez zein pertsonan egindako bilerei esker, bilera horietako lehena proiektuaren gaia, helburuak eta irispenera zehaztekoa izanik.

Behin proiektuaren nondik norakoa zehazturik, informazio bilaketari eta azterketa bibliografikoari ekin zitzaion. Horretarako, teknologia berriek eta unibertsitateak berak eskaintzen dituen baliabideak erabili ziren, gaiaren inguruko liburu, ingeniartzako artikulua eta beste hainbat dokumentu aurkitzeko, horiek eskaintzen zuten informazioa ondoren erabiltzeko.

Informazio guzti hori edukita, berau arretaz irakurri eta errebisatu zen, eta kontraesanak konparatu, analizatu eta egiaztatu ziren, informazio hori proiekturako erabilgarria izan zitekeen ala ez ikusteko eta ez zena baztertzeko. Ondoren, zegoen informazio baliagarria egituratu eta ordenatu egin zen, proiektuak edukiko zuen estrukturan arabera, erabiltzea errazagoa izan zedin.

Aurrelan guzti hori eginda zegoenean, lanaren idazketari ekin zitzaion. Hasiera batean, gaiaren inguruko sarrera egin zen eta, gero, testuinguruari buruzko informazio eta datuak aurkeztu eta azaldu ziren.

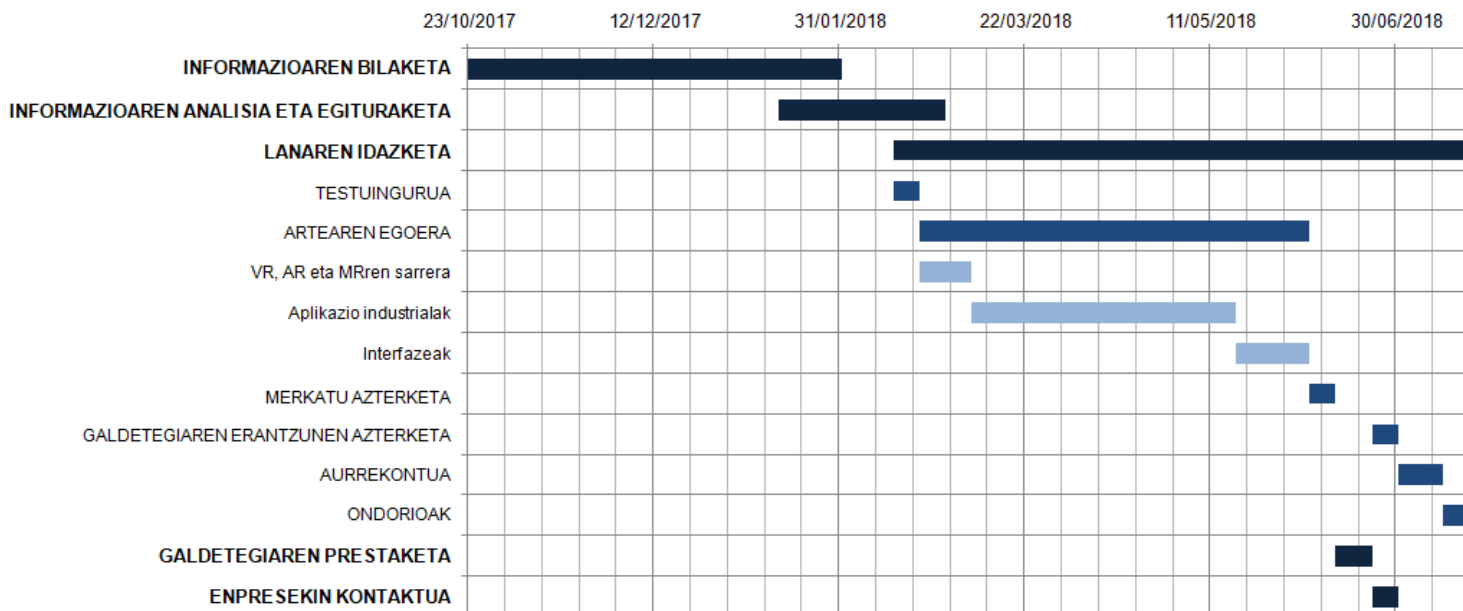
Jarraian, lanaren atalik mardulenari heldu zitzaion, artearen egoerari. Atal honetan, errealitate birtualaren eta areagotuaren hainbat alderdi teoriko (historia, tipologia, enpresetan dituzten aplikazioak eta bereganatzen dituzten interfazeak) aurkezten dira, baina teknologia bat besterengandik bereizirik.

Gaiaren inguruko egoera eta alderdi teorikoak argi utzi ondoren, Euskal Autonomia Erkidegoan gai horretan jarduten duten enpresen merkatu azterketa bat egin zen eta pisu handien dutenen ezaugarriak bildu ziren. Segidan, informazio eta nolakotasun horiek idatzi ziren eta, amaitzeko, ezaugarri nagusiak taula batean bildu ziren enpresen araberrako alderaketa egin ahal izateko.

Puntu horretara ailegatuta, proiektua osatzeko, inkestek eskaintako egunerokotasunaren esperientziaren ezagutzaz baliatu zen. Horretarako, galdetegi bat sortu zen, non gaiaren inguruko arlo desberdinetako galderak egiten ziren eta, jarraian, aurretik aztertutako enpresa euskaldunei deitu zitzairen inkesta erantzun zezaketen galdetzeko. Deian, telefonoz edo korreo elektronikoz bidez erantzuteko aukera eman zitzairen eta, kasuak kasu, euskaraz edo gazteleraz egin zitzairen galdeketa, inkestatuaren beharretara moldatuz. Azkenik, jasotako ihardespenak aztertu eta euren artean konparatu ziren ondorio batzuk ateratzeko.

## 2. GANTT DIAGRAMA

### 2.1. DIAGRAMA



**Irudia 12:** Gantt diagrama  
Iturria: Elaborazio propioa

### 2.2. EGUTEGIA

|   | HASIERAKO DATA | BUKAERAKO DATA | IRAUPENA |
|---|----------------|----------------|----------|
| <b>1. INFORMAZIOAREN BILAKETA</b>                 | 23/10/2017     | 01/02/2018     | 101      |
| <b>2. INFORMAZIOAREN ANALISIA ETA EGITURAKETA</b> | 15/01/2018     | 01/03/2018     | 45       |
| <b>3. LANAREN IDAZKETA</b>                        | 15/02/2018     | 20/07/2018     | 155      |
| 3.1. TESTUINGURUA                                 | 15/02/2018     | 22/02/2018     | 7        |
| 3.2. ARTEAREN EGOERA                              | 22/02/2018     | 07/06/2018     | 105      |
| 3.2.1. VR, AR eta MRren sarrera                   | 22/02/2018     | 08/03/2018     | 14       |
| 3.2.2. Aplikazio industrialak                     | 08/03/2018     | 18/05/2018     | 71       |
| 3.2.3. Interfazeak                                | 18/05/2018     | 07/06/2018     | 20       |
| 3.3. MERKATU AZTERKETA                            | 07/06/2018     | 14/06/2018     | 7        |
| 3.4. AURREKONTUA                                  | 24/06/2018     | 01/07/2018     | 7        |
| 3.5. GALDETEGIAREN ERANTZUNEN AZTERKETA           | 01/07/2018     | 13/07/2018     | 12       |
| 3.6. ONDORIOAK                                    | 13/07/2018     | 20/07/2018     | 7        |
| <b>4. GALDETEGIAREN PRESTAKETA</b>                | 14/06/2018     | 24/06/2018     | 10       |
| <b>5. ENPRESEKIN KONTAKTUA</b>                    | 24/06/2018     | 01/07/2018     | 7        |

**Taula 2:** Egutegia  
Iturria: Elaborazio propioa



## **2.3. ATAZEN DESKRIBAPENA**

### **1. Informazioaren bilaketa:**

Hainbat baliabide desberdinetan arakatu eta gaiaren inguruko informazio aurkitzen saiatzen da.

### **1. Informazioaren analisisia eta egituraketa:**

Aurreko atazan bilatutako informazio guztia birpasatu, baliagarri ez dena arbuia eta badena proiektuak edukiko duen egituraren arabera ordenatzen da.

### **2. Lanaren idazketa:**

Aurretik bildutako informazioa eta eginiko azterketa modu egituratuan erredaktatzen da.

#### **2.1. Testuingurua:**

Gaiaren inguruko gaur egungo egoera azaltzen da idatzirik.

#### **2.2. Artearen egoera:**

Gaiaren alderdi teorikoaren idazketan datza.

##### **2.2.1. VR, AR eta MRren sarrera:**

Teknologien eboluzio historikoa eta existitzen diren tipologiaren inguruko laburpena egiten da.

##### **2.2.2. Aplikazio industrialak:**

Teknologiaei sektore industrialean aurkitu zaizkien aplikazioak deskribatzen dira.

##### **2.2.3. Interfazeak:**

Teknologiak erabiltzeko gailu nagusienak aurkezten dira.

#### **2.3. Merkatu azterketa:**

Gaian jarduten duten EAEko enpresak aztertu eta horien inguruko informazioa idazten da.

#### **2.4. Galdetegiaren erantzunen azterketa:**

Galdetegitik jasotako erantzunak kontatu eta analizatzen dira.

#### **2.5. Aurrekontua:**

Proiektuaren kostua estimatzen da.

#### **2.6. Ondorioak:**

Proiektua burutu ondoren lortutako konklusioak era ordenatu batean aurkezten dira.



**3. Galdetegiaren prestaketa:**

Enpresei egin beharreko inkesta sortzen da.

**4. Enpresekin kontaktua:**

Inkestatu beharreko enpresei deitu eta galdetegia egiten zaie telefonoz edo korreo elektronikoko bidez, erantzuleak behar duen hizkuntzan.

### 3. EMAITZEN DESKRIBAPENA: GALDETEGIAREN ERANTZUNEN AZTERKETA

Prozesuaren deskribapenean azaldu den bezala, proiektuaren atal bat galdetegi bat sortzean zetzan. Ondoren, merkatu azterketan ikertutako euskal enpresei galdetegia erantzuteko eskatu zitzairen eta, jarraian, lortu ziren erantzunak bildu, aurkeztu eta aztertuko dira.

Erabilitako galdetegia sei atal desberdinetan banatu zen sortzerakoan. Hona hemen atal horiek: 1) erantzulearen ezaugarriak, 2) enpresaren ezaugarriak, 3) enpresak eskaintzen dituen produktu eta zerbitzuak, 4) AR eta VR teknologiak, 5) produktu eta zerbitzu horiek garatzeko beharrezko osagai teknikoak, eta 6) arlo ekonomikoa.

Segidan, alderdi guzti horien erantzunak bilduko dira atalka eta inkestatutako enpresen arabera, baina enpresa horien izenak zenbakiengatik ordezkatu dira berauen anonimatu babesteko. Eskuratutako datuak aurkeztu ondoren, datu horien analisia egingo da.

#### 3.1. ERANTZULEAREN EZAUGARRIAK

| ENPRESA:                                  | 1   | 2            | 3            |
|---|---|--------------|--------------|
| ADINA(urte)                               | 25 – 50                                     | 25 – 50      | 25 – 50      |
| LANPOSTUA                                 | Fundatzailea<br>Kudeatzailea<br>Komertziala | Kudeatzailea | Kudeatzailea |
| GAIAREKIKO JAKINTZA-MAILA (1-5 bitartean) | 4   | 5            | 3            |

Taula 3: Erantzulearen ezaugarriak  
Iturria: Elaborazio propioa

Taulan ikusi daiteken bezala, galdetegia erantzun duten pertsona guztiek 25 eta 50 urte bitarteko adina dute. Beraz, deduzitu daiteke pertsona hauek seguru aski graduko ikasketak behintzat egindakoak direla eta, horrez gain, oraindik gazteak direla. Arloan lanean jarduten duten pertsonak erlatiboki gazteak izatea, teknologiak ere berriak diren ideiarekin erlazionatu daiteke, teknologiek ospea lortu heinean, formatzen

ari den jende gehiagok bideratuko baititu bere ikasketak arlo horietara. Gainera, frogatuta dago, gizakiak, zahartzen den ahala, gero eta gehiago arbuizaten duela ezagutza berriak eskuratzea, izaera konformista bat edukitzera iristen baita. Horregatik, teknologia berritzaileetan pertsona gazteek lan egitea zentzuduna da.

Beste alde batetik, enpresaren parte diren pertsona hauek, VR eta AR teknologietan espezializatutako ingeniariak ez izan arren, gaiaren inguruko ezagutza nahikoa dutela ohar gaitzke inkesten erantzunak begiratzuz. Are gehiago, kasuetako batean, erantzulea kudeatzaile soila izan arren, errealitate birtualaren zein areagotuaren alderdi komertzial eta baita teknikoen inguruko ezagutzak ere menperatzen dituela ezagutu ahal izan zen.

### 3.2. ENPRESAREN EZAUGARRIAK

| ENPRESA:                 | 1   | 2                 | 3                           |
|--------------------------|---|-------------------|-----------------------------|
| <b>LANGILE KOPURUA</b>   | 10 baino gutxiago   | 10 baino gutxiago | 10-49                       |
| <b>BEZEROEN SEKTOREA</b> | Industrialia<br>Hezkuntza<br>Enpresa-eraikitzzaileak<br>Higiezinen agentzia<br>Interiorismo-diseinatzaileak | Industrialia      | Industrialia<br>Larrialdiak |
| <b>ADINA (urte)</b>      | 2-4   | 2 baino gutxiago  | 2-4                         |

**Taula 4:** *Enpresaren ezaugarriak*  
Iturria: Elaborazio propioa

Atal honen erantzunak bildu ondoren, Euskal Autonomia Erkidegoko errealitate birtual eta areagotuan jarduten enpresa gehienak mikroenpresak eta enpresa txikiak direla egiaztatu zen.

Beste alde batetik, enpresa horien bezeroen sektoreen zerrenda luzea eta askotarikoa dela ikusten da. Hala eta guztiz ere, inkestatutako enpresa guztiek sektore industrialia dute komunean, eta datu horretaz ohartuta, VR eta AR teknologiak euren lantokietan ezartzen duten erakunde gehienak industriaren arloko enpresak direla ondoriozta daiteke.

Langileekin gertatzen zen bezala, enpresak ere gazteak dira eta arrazoia berbera dela suposatu daiteke: teknologia nahiko berriak izatea eta enpresak euren hastapen unean egotea.

### 3.3. ENPRESAK ESKAINZEN DITUEN PRODUKTU ETA ZERBITZUAK

| ENPRESA:                         | 1  | 2  | 3                                     |
|----------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| <b>ESKAINZA</b>                  | Zerbitzuak   | Produktuak<br>Zerbitzuak                   | Produktuak                            |
| <b>ESKAINTZAREN JATORRIA</b>     | Osorik bertan garatuak   | Osorik bertan garatuak                     | Osorik bertan garatuak                |
| <b>BEZEROAK</b>                  | Azken erabiltzaileak   | Bitartekariak<br>Azken erabiltzaileak      | Bitartekariak<br>Azken erabiltzaileak |
| <b>ZEIN GAILURI ZUZENDUAK</b>    | HMD<br>*Bezeroaren arabera                                     | Mugikorra<br>Tableta<br>Sistema txertatuak | HMD                                   |
| <b>MATRIZEA:</b>                 | <b>Produktu/zerbitzua garatzeko garrantzia (1-5 bitartean)</b> |  |                                       |
| Kostua                           | 3  | 2  | 3                                     |
| Murgilpen-maila                  | 5  | 3  | 5                                     |
| Erabilerraztasuna                | 5  | 5  | 4                                     |
| Erosotasuna                      | 3  | 5  | 5                                     |
| Diseinu pertsonalizatua          | 5  | 3  | 5                                     |
| Produktua berrerabiltzeko aukera | -  | -  | 4                                     |
| Sektore interesgarria            | -  | -  | 3                                     |

**Taula 5:** *Enpresak eskaintzen dituen produktu eta zerbitzuak*  
Iturria: Elaborazio propioa

Kasu honetan, enpresek eskaintzen dituzten produktu eta zerbitzuei dagokienez, ezin dira konklusio orokor gehiegi atera, bakoitzaren eskaintza desberdina da eta, baita lan egiteko modua eta enpresaren kultura ere. Hala ere, lortutako erantzunak aztertuko dira jarraian.

Lehenik eta behin, eskainitakoaren eta enpresen bezeroen inguruan gauza gutxi esan daiteke, era guztietako erantzunak jaso baitziren. Aipatu daitekeen bakarra VR/AR teknologiei bideratutako euskal enpresek produktu zein zerbitzuak eskaintzen dituztela eta bezeroak azken erabiltzaileak izateaz gain, bitartekariak ere izan daitezkeela da.

Gauza bera gertatzen da produktu edo zerbitzu horiek zein interfazeri bideratuta dauden galdetzean. Behatu daitekeen bakarra EAEn hainbat gailu

desberdinetara zuzendutako teknologiak sortzen direla da eta bezeroek aukera zabala dutela.

Dena dela, deigarria gertatzen den datua eskaintzaren jatorriari dagokiona da. Izan ere, erantzun duten enpresa guztien artean, ez dago bat bera ere bere produktu edo zerbitzuak beste erakunde batetik eskuratutakoetatik datozenik. Denek erantzun zutenaren arabera, eskaintakoa oso-osorik euren enpresetan sortu eta ekoizten dute.

Bukatzeko, balorazio-matrizetik ere pare bat ideia ondoriozta daitezke. Alde batetik, VR/AR teknologian oinarritutako produktu edota zerbitzuak garatzerako orduan, ondoren erabiliko duten bezeroentzat erabilerraza izatea da faktore garrantzitsuena. Beste aldetik, garrantzi gutxien jasotzen duen eragilea kostua dela azaldu zuten, normalean, bezeroen aurrekontura moldatzen baitute produktu edota zerbitzua.

### 3.4. AR ETA VR TEKNOLOGIAK

| ENPRESA:                                       | 1   | 2   | 3      |
|--|---|-----|--------|
| AR/VR HEDAPEN-MAILA EAEn GAUR EGUN             | % 5-20  | -   | % 0-5  |
| AR/VR HEDAPEN-MAILA EAEn BOST URTETAN          | %20-50  | -   | % 5-20 |
| BEHARREZKO DIGITALIZAZIO-MAILA (1-5 bitartean) | 2   | 3   | 1      |
| ENPRESA TXIKIENTZAT ERABILGARRIA               | Bai   | Bai | Bai    |
| <b>MATRIZEA:</b>                               | <b>Ezarpena arbuiaitzeko garrantzia (1-5 bitartean)</b> |     |        |
| Ezjakintasuna                                  | 5   | 5   | 5      |
| Ezagutza berrien beharra                       | 3   | 2   | 3      |
| Langileen errefusatzea                         | 2   | 2   | 2      |
| Kostua   | 2   | 3   | 5      |

**Taula 6:** AR eta VR teknologiak  
 Iturria: Elaborazio propioa

Proiektuaren ardatza izan diren bi teknologia berritzaileen egoeraren eta gure gizartean duten onarpenaren inguruko galderetatik ere hainbat konklusiotara ailega daiteke.

Hasteko, Euskal Autonomia Erkidegoan gaur egun enpresa industrialetan duten hedapen-maila % 5aren bueltan dabilela erantzun zuten, baita hemendik bost urterako



aurreikuspena hedatzen jarraitzea dela, nahiz eta zabalkuntza hori ez den izugarria izango.

Horrez gain, VR/AR sistema bat lantegian ezarri nahi duten enpresen digitalizazio-maila ez duela zertan altua izan ere argi utzi zuten. Are gehiago, enpresa erantzuleetako baten iritziz, ordenagailurik eta Internet konexiorik ez duten erakundeek ere ezarri dezakete.

Bestalde, digitalizazio-maila altua behar ez den bezala, ez da beharrezkoa enpresa handia izatea teknologia horiek dakartzaten onurez aprobetxatu ahal izateko. Inkestaturen % 100ak errealitate birtuala eta errealitate areagotua mikroenpresa eta enpresa txikientzat ere egokia direla deritzo.

Bi teknologia horien ezarpena arbuizatzeko arrazoiak baloratzen dituen matritzetik argi atera daitekeen ondorio nagusia, non ekoizle guztiak bat etortzen diren, ez ezartzeko lehen kausa ezjakintasuna dela da. Izan ere, oraindik enpresa askok ez dituzte ez teknologiak ez eragin ditzakeen onurak ezagutzen. Era berean, beste hiru faktoreek (ezagutza berrien beharra eta horrek suposatzen duen esfortzua; langileen errefusatzeari; eta kostua) askoz ere garrantzia gutxiago dute teknologiekiko ezjakintasunaren aldean.

### 3.5. PRODUKTU ETA ZERBITZU HORIEK GARATZEKO BEHARREZKO OSAGAI TEKNIKOAK

| ENPRESA:                               | 1                       | 2  | 3 |
|--|-------------------------|--|---|
| STANDARDa                              | -                       | OpenGL 2.0 (Khronos Group)<br>CG (NVIDIA corporation)<br>ECMAScript (ISO/IEC 16262:2002) | - |
| FRAMEWORKa                             | -                       | ARKit (Apple)<br>ARCore (Google)   | - |
| ZEIN SISTEMA-ERAGILERI ZUZENDUAK       | Microsoft               | Linux<br>MacOs<br>Microsoft<br>iOS<br>Android  | - |
| PROGRAMA-LENGOAIA                      | -                       | C++<br>C#  | - |
| BEHARREZKO TXARTEL GRAFIKOA            | NVIDIA GeForce GTX 1060 | -  | - |
| PROZESAGAILUAREN BEHARREZKO MAIZTASUNA | 3,30 GHz                | -  | - |

Taula 7: Produktu eta zerbitzu horiek garatzeko beharrezko osagai teknikoak  
Iturria: Elaborazio propioa



Enpresek eskaintako produktu eta zerbitzu horiek garatzeko beharrezkoak diren osagai teknikoak dagokienez, eskaintzen dituzten produktu eta zerbitzuei buruzko atalarekin gertatzen zen bezala, ez da erreza ondorioak erdiestera ailegatzea.

Izan ere, kasu honetan ere, enpresatik enpresara aldatu egiten dira baliatutako metodo, teknika eta gailuak, edota galdetegian itaundutako Standard, *framework* eta sistema eragileak.

Interfazeak beharrezko ezaugarri teknikoak definitzea ere ezinezkoa da, aurreko ataletako batean aipatu den bezala, enpresa bakoitzak eskaintzen duena gailu ezberdinei zuzenduta baitoa.

Aipatutakoaz gain, inkestatutako enpresen heren batek ez zuen jakin atal honetako galdera bat bera ere erantzuten, eta beste batek gutxi batzuk ihardetsi zituen. Beraz, atal honetatik argi atera daitekeen ondorio bakarra, kudeatzaileek euren enpresetan eskaintzen diren errealitate birtualaren eta errealitate areagotuaren sistemen edota zerbitzuen inguruko ezaugarri teknikoak ez dituztela guztiz ondo ezagutzen da.

### 3.6. ARLO EKONOMIKOA

| ENPRESA:  | 1   | 2                                | 3                                |
|---|---|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>AR/VR GARAPENAK ENPRESAREN GASTUETAN SUPOSATUTAKO PORTZENTAJEA</b>           | % 75-100  | % 75-100                         | % 75-100                         |
| <b>ZER GARATZEA GARESTIAGOA</b>   | Hardwarea   | Hardwarea                        | ED/EE                            |
| <b>MATRIZEA:</b>  | <i>Garapen kostua sistema-eragilearen arabera (1-5 bitartean)</i> |                                  |                                  |
| Linux   | 3   | 3                                | -                                |
| MacOs   | 3   | 3                                | -                                |
| Microsoft   | 2   | 3                                | -                                |
| iOS   | -   | 3                                | -                                |
| Android   | -   | 3                                | -                                |
| <b>DIRU-LAGUNTZEN LAGUNTZA-MAILA AR/VR GARATZEN DUTENENTZAT (1-5 bitartean)</b> | 3   | 3                                | 5                                |
| <b>DIRU-LAGUNTZEN LAGUNTZA-MAILA AR/VR EZARTZEN DUTENENTZAT(1-5 bitartean)</b>  | 4   | 3                                | 3                                |
| <b>MANTENTZE-LANETARAKO AR EZARTZEKO INBERTSIOA</b>                             | Bezeroaren eskakizunaren arabera                                  | Bezeroaren eskakizunaren arabera | Bezeroaren eskakizunaren arabera |
| <b>MANTENTZE-LANETARAKO AR MANTENUAREN KOSTUA</b>                               | Ezarritakoaren arabera  | Ezarritakoaren arabera           | Ezarritakoaren arabera           |





|  |                                  |                                  |                                  |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>LANGILEEN FORMAKUNTZARAKO VR EZARTZEKO INBERTSIOA</b>                           | Bezeroaren eskakizunaren arabera | Bezeroaren eskakizunaren arabera | Bezeroaren eskakizunaren arabera |
| <b>LANGILEEN FORMAKUNTZARAKOVR MANTENUAREN KOSTUA</b>                              | Ezarritakoaren arabera           | Ezarritakoaren arabera           | 1000 €/urte                      |
| <b>AR/VR EZARTZEAK SUPOSATZEN DUEN KOSTU ETA DENBOREN MURRIZTA (1-5 bitartean)</b> | 5                                | 5                                | 4                                |

**Taula 8:** Arlo ekonomikoa  
Iturria: Elaborazio propioa

Azkenik, arlo ekonomikoari buruz eginiko galderetatik eskuratutako erantzunetan ikusi daiteke inkestatutako enpresa guztien gastuen gehiena errealitate birtual eta areagotuaren garapenak hartzen duela bere baitan, zehatzago esanik, gastuen hiru laurdenaren eta osotasunaren bitarteko tartea suposatzen du. Beraz, garapena nahiko garestia dela suposatu daiteke.

Horrez gain, inkestatuen bi heren ados zeuden hardware bat garatzea software bat egitea baino garestiagoa zela esaterako orduan. Izan ere, software bat sortzeko *know how* edukitzearekin ia nahikoa dela esaten baitzuten.

Era berean, eskaintzaren ekoizpena sistema-eragilearen arabera apenas aldatzen ez zela esatean ere kointziditzen zuten. Horietako batek bakarrik aipatu zuen Microsoft aukeratzekoan zerbait merkeagoa atera zitekeela.

Bestalde, erakunde publiko zein pribatuek eskaintzen dituzten diru-laguntzei dagokienez, guztiek lagungarriak direla uste dute baina, orokorrean, ez ezinbestekoak direnik, ez eurentzat, garatzen dutenentzat alegia, ezta ezartzen duten enpresentzat ere.

Gainontzean, AR/VR sistemak ezartzeko beharrezko inbertsioaren inguruan eman zuten informazioa esaldi batean laburbildu daiteke: inbertsioa ezarritako sistemaren arabera dela eta sistema, aldiz, bezeroaren eskaeraren arabera. Enpresak bezeroaren beharretara eta aurrekontuetara moldatzen dira, eta soluzio batetik bestera hamarka mila euroko desberdintasuna eduki dezake. Beraz, ezin izan zuten zehaztu planteatu ziren bi kasuen kostuak, ez mantentze-lanetarako AR sistemarena ezta langileen prestakuntzarako VRarena ere.

Halaber, sistema horien mantenuaren kostua ere ezin zen definitu, bezeroaren, sistemaren eta enpresa ekoizlearen arabera baita. Enpresa bakarrak erantzun zuen 1000 €/urte tarifa finkoa zutela eurek eskainitako sistemen mantenua egiteko, baina zifra horrek gutxi gorabeherako hurbilketa bat egiteko balio dezake, hau da, kostua orokorrean zenbateko izan daitekeenaren ideia egiteko.

Analisia amaitzeko, aipatu behar da, errealitate birtuala edota errealitate areagotua ezartzeak enpresa baten ekoizpenean dirua aurrezte eta lana burutzeko beharrezko denbora murriztea eragiten duela ziurtatzen dutela inkestatu guztiek.



Horrela, proiektuan zehar, hasieratik, defendatu den ideietako bat berresten da, teknologia horien onura nagusia denbora eta kostuak gutxitzeko ahalmena dela, hau da, ekoizpen-prozesua optimizatzea.



# ASPEKTU EKONOMIKOAK: AURREKONTUA

Proiektu hau burutzeko hainbat baliabide erabili dira eta horrek kostu batzuk eduki ditu. Hori dela eta, lan hau eta antzekoak gauzatzeko ahal izateko beharrezkoa den aurrekontua egin da.

Aurrekontua bi atal nagusitan banatzen da: alde batetik, kostu zuzenak eta, bestetik, kostu ez-zuzenak. Era berean, kostu zuzenak beste atal batzuetan zatitzen da: barne-orduak, amortizazioak eta gastuak.

## **KOSTU ZUZENAK**

### **Barne-orduak**

Proiektua burutzeko langileek beharrez jardun duten denborak suposatzen duen kostua estimatzen da.

| LANGILEAREN POSTUA | PROIEKTUAREN ORDUAK (h) | ORDUKO KOSTUA (€/h) | GUZTIRA       |
|--------------------|-------------------------|---------------------|---------------|
| Ingeniaria         | 200                     | 20                  | <b>4000 €</b> |

**Taula 9:** *Barne-orduak*  
Iturria: Elaborazio propioa

### **Amortizazioak**

Proiekturako erabili diren aktibo finkoen balio-galeren kostua da.

| AKTIBOA      | HASIERAKO PREZIOA (€) | BIZITZA ERABILGARRIA (hilabete) | PROIEKTUAREN IRAUPENA (hilabete) | GUZTIRA     |
|--------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Ordenagailua | 800                   | 96                              | 9                                | <b>75 €</b> |

**Taula 10:** *Amortizazioak*  
Iturria: Elaborazio propioa

### **Gastuak**

Gastuek proiektuan zehar erabilitako baina behin bakarrik erabiliak izan zitezkeen baliabideek suposatutako kostua adierazten dute.

| GASTUAK    | GUZTIRA     |
|------------|-------------|
| Fotokopiak | 15 €        |
| Materialak | 10 €        |
| Bidaiak    | 60 €        |
|            | <b>85 €</b> |

**Taula 11:** *Gastuak*  
Iturria: Elaborazio propioa



### **Kostu zuzenak totalen:**

|               |               |
|---------------|---------------|
| BARNE-ORDUAK  | 4000 €        |
| AMORTIZAZIOAK | 75 €          |
| GASTUAK       | 85 €          |
|               | <b>4160 €</b> |

**Taula 12: Kostu zuzenak**  
Iturria: Elaborazio propioa

### **KOSTU EZ-ZUZENAK**

Kostu ez zuzenak produktu bati soilik egokitu ezin zaizkien kostuak dira eta kasu honetarako kostu zuzenen % 5a izatea suposatuko da. Beraz:

### **Kostu ez-zuzenak totalen**

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| KOSTU ZUZENEN % 5a | <b>208 €</b> |
|--------------------|--------------|

**Taula 13: Kostu ez-zuzenak**  
Iturria: Elaborazio propioa

### **PROIEKTUAREN KOSTU TOTALA**

|                  |               |
|------------------|---------------|
| KOSTU ZUZENAK    | 4160 €        |
| KOSTU EZ-ZUZENAK | 208 €         |
|                  | <b>4368 €</b> |

**Taula 14: Kostu totala**  
Iturria: Elaborazio propioa

Beraz, proiektu honen edo antzeko baten kostu totala 4368 €-koa dela estimatzen da.



# ONDORIOAK



Proiektu honetan finkatutako lehen helburua errealitate birtualak eta errealitate areagotuak enpresa industrialetan dituzten aukerak eta aplikazioak aztertzea zen. Ikerketari esker, erabilpen mordoa dituztela baieztatu da, eta ez enpresen arlo edo departamentu konkretu batean bakarrik, baizik eta enpresen askotariko alorretan. Izan ere, prototipoen garapen eta diseinatze prozesuetatik hasita marketin, salmenta edota zerbitzu-euskarri funtzioetaraino erabili daitezke, baita robotikan, enplegatuen prestaketan eta trebatzean, fabrikazio eta ekoizpenean, mantentze-lanetan eta abarrerako ere.

Horrez gain, dagoeneko enpresa eta erakunde asko teknologia horietan fida izan direla ere behatu da, existitzen diren aplikazio bakoitzerako hainbat enpresen adibideak aurkitu baitira, bai nazioarteko konpainia handiak zein enpresa xumeagoak ere. Beraz, esan daiteke, bi teknologia berritzaile horiek dagoeneko arrakasta bat izan dutela. Sektore industrialaren barruan edukitzen ari diren onspena eta hedapena berauen erabilerak suposatuta ditzakeen onura guztien seinale da.

Onura horietan nabarmenena ekoizpenaren kostu eta denboren murrizketak lortzea da, hau da, laburki esanda, enpresaren ekoizpen-prozesua ahalik eta gehien optimizatzea. Baina distantzia handien artean ingeniari lanak modu kolaboratibo batean egin ahal izatea ere eskaintzen duten beste abantaila handietako bat da. Izan ere, bai VR zein ARak, erraztasun eta erosotasunak ematen ditu lan egiterako orduan baita ikasteko eta trebakuntza saioretan ere. Era berean, informazio asko gorde eta erakutsi daitezke teknologia horien bidez era efiziente batean, tramankulu handirik gabe. Hori guztia dela eta, ez da harrizkeoa, hainbat enpresek euren plantan ezartzea hautatu izana.

Bestalde, errealitate birtual eta areagotuko sistemen prezio malguak lagungarriak arrakasta edukitzerako orduan. Galdetegiaren bidez jakin zen, mota hauetako ondasunak ekoizten dituzten enpresek bezeroen aurrekontuetara egokitzeko gaitasun handia dutela. Erantzun zutenaren arabera, sistemek hamarka mila euro balio izatetik, ehunka batzuk balio izatera igaro zitezkeen, beti ere bezeroak bere esijentziak gutxitzen bazituen, xehetasunen kopurua edota pertsonalizazio-maila gutxituz, esate baterako. Baina, zorionez, hori guztia bezeroak kalitateari uko egin beharrik gabe jazo daiteke.

Behin kostuen gaien murgildu garelara, ezarritako sistemen mantenu kostuak ere askotan bezeroaren araberakoak direla aipatzekoa da. Normalean, inkestatutako enpresen erantzunetik diotenez, mantenu-zerbitzuen prezioa ezarritako RV/AR sistemari jarraikiz finkatzen omen dira, ezarpen prezioa lez. Hala ere, erantzunetako batean jaso zenez, enpresetako batek 1000 € kobratzen zituen urtean sistema bakoitzeko. Hortaz, datu horretatik ondoriozta daiteke mantenu-zerbitzuaren kostua urtean mila euroren bueltan ibiliko direla gutxi gorabehera.

Halaber, enpresetan errealitate birtualak eta errealitate areagotuak euren lekua aurkitzearen beste arrazoi garrantzitsu bat interfaze edo gailuen inguruan dagoen aukera zabala dela ondoriozta daiteke. Izan ere, proiektuan azaldu diren interfaze guztiak ikusirik, argi dago kasu bakoitzerako bat egokia aurkitu daitekeela. Beraz, enpresa batek lantokian teknologia horietako ezarri nahi badu, software apropos bat eskuratzeaz arduratzeaz gain, gailu egoki bat hautatzeari ere garrantzia eman behar





dio, teknologiei ahalik eta etekin edo abantaila gehien atera nahi badie. Hori lortzeko, seguruenik, aditu baten laguntza beharko dute, baina aholkatze zerbitzu hori, normalean, VR eta AR sistemen hornitzaileek eskaintzen dute.

Dena dela, interfaze batzuk beste batzuk baino onespén hobe ari edukitzen. Galdetegiko erantzunak behatuta ondoriozta daitezkeen bezala, HMDak dira gailu erabilienak, erantzun zuten enpresen % 66ak gailu horretara bideratutako eskaintza baitute. Gainera, mota horretako gailuak ekoizten hasi dira hainbat nazioarteko enpresa eta fama dezente eskuratzen ari dira. Horrela, merkatuan lehia handitu ahala, HMDen prezioa jaitsiko da erabiltzaileen kopurua handituz.

Horrez gain, ikerketan zehar, errealitate areagotuko sistemetarako telefono mugikorrek erabilienak direla ohartu da. Arinak eta erabilerrazak direnez, egokiak dira hainbat lan mota egiteko, aztertu den mantentze-lanena esate baterako. Beraz, aurreikus daiteke, etorkizunean ere smartphonak teknologia horien garraiorako baliatzen jarraituko direla,

Proiektuan landu den beste arlo bati heltzearen, bi teknologiek Euskal Autonomia Erkidegoan duten egoera oraindik ere nahiko eskasa dela esan daiteke. Alde batetik, nahiz eta merkatu azterketan euren jarduna VR eta AR teknologietan oinarritzen zuten hainbat euskal enpresa aurkitu ziren.

Beste aldetik, galdetegiko erantzunei esker jakin den bezala, EAEko enpresen % 20ak baino gutxiagok du teknologia horietako bat ezarria. Hala eta guztiz ere, ez da Espainiako autonomien artean hedapen-maila baxuenetarikoa duena eta, gainera, etorkizunerako aurreikuspenak positiboak dira. Izan ere, jasotako ihardespenek teknologien zabalkuntza gutxi gorabehera % 10 batean igotzea espero dela esaten dute.

Gorakada hori Gartenerren hipertzikloan oinarritzen da. Kurba horren arabera, urte gutxi batzuetan, errealitate birtuala eta, apur bat geroxeago, errealitate areagotua produktibitate-lautadara iritsiko dira, hau da, merkatuan finkatzea lortuko dute, eboluzio eta aurrerapenei esker. Horrela, sektore industrialean zehar euren hedapena lortuko dute.

Amaitzeko, ikusi daitezkeenez, dagoeneko teknologia berritzaile horiek gure egunerokoan ahal dira aurkitu, baina hala ere, aipatu den bezala, eboluzio, aurrerapen eta berrikuntza batzuk jasan behar dituzte industriaren eta, orokorrean, gizartearen onspén osoa lortzeko. Hots, esan daiteke oraindik bide luzea dagoela aurretik enpresa gehienak teknologia horiek beregan hartzeko, baina aurreikuspenak oso baikorrak direnez, gure gizarte honetan etorkizun luze bat edukitzeko aukera dute, beti ere Industria 4.0 mugimenduaren babespean. Baina horretarako, erakunde publikoen laguntza eta enpresa pribatuen interesa beharrezkoa izango da.



# INFORMAZIO ITURRIAK

Beitxu Studios. (2017.eko 06k 27). *Beitxu Studios*. Eskuratzeguna: 2018.eko 06k 18. Iturria: Beitxu Studios: <http://www.beitxustudios.eus/>

Borro-Yágüez, D., Serván-Blanco, J., Cordero-Valle, J. M., Sánchez-Tapia, J. R., Mas-Mórate, F., Matey-Muñoz, L. (2011). Sistema de manos libres para ayuda de ensamblaje en Aeronáutica. *DYNA*, vol. 86.

Bradbury, D. (2017.eko 09k 29). *How 5 Industries Are Already Using Virtual Reality*. Eskuratzeguna: 2018.eko 05k 09. Iturria: Forbes: <https://www.forbes.com/sites/centurylink/2017/09/29/how-5-industries-are-already-using-virtual-reality/>

Choi, S., Jung, K., Noh, S. D. (2015). Virtual reality applications in manufacturing industries: Past research, present findings, and future directions. *Concurrent Engineering*, 23(1), 40-63.

Fuge, M., Yumer, M. E., Orbay, G., Kara, L. B. (2012). Conceptual design and modification of freeform surfaces using dual shape representations in augmented reality environments. *Computer-aided Design*, vol. 44, 1020-1032.

Fundación Telefónica. (2011). *Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. España: Ariel S.A.

Gordon, R. (2017.eko 10k 11). *Teleoperating robots with virtual reality*. Eskuratzeguna: 2018.eko 06k 10. Iturria: MIT Computer Science & Artificial Intelligence Lab: <https://www.csail.mit.edu/news/teleoperating-robots-virtual-reality>

Grupo Garatu. (2017.eko 11k 16). *Realidad Virtual (VR) y Realidad Aumentada (AR) en las empresas*. Eskuratzeguna: 2018.eko 06k 24. Iturria: Grupo Garatu - IT Solutions: <https://grupogaratu.com/realidad-virtual-vr-realidad-aumentada-ar-las-empresas-industria-4-0/>

Harluxet Hiztegi Entziklopedikoa. (2005.eko 06k 21). *Interfaze*. Eskuratzeguna: 2018.eko 06k 12. Iturria: Harluxet Hiztegi Entziklopedikoa: <http://www1.euskadi.net/harluxet/>

Innovae. (2017.eko 09k 08). *ATR - Asistente Técnico Remoto*. Eskuratzeguna: 2018.eko 06k 10. Iturria: Innovae: <http://www.innovae.eu/atr-asistencia-remota/>

Kim, S. K., Kang, S. J., Choi, Y. J., Choi, M. H., Hong, M. (2017). *Augmented-Reality Survey: from Concept to Application*. KSII Transactions on Internet & Information Systems, 11(2).

Lander Simulation & Training Solutions. (2018.eko 06k 08). *Lander Simulation & Training Solutions*. Eskuratzeguna: 2018.eko 06k 18. Iturria: Lander Simulation & Training Solutions: <http://www.landertsimulation.com/es>

- Lin, F., Ye, L., Duffy, V. G., Su, C. J. (2002). Developing virtual environments for industrial training. *Information Sciences*, 140(1-2), 153-170.
- Ludus. (2018.eko 01k 13). *Ludus - Realidad Virtual*. Eskuratzeguna: 2018.eko 06k 18. Iturria: Ludus - Realidad Virtual: <http://www.ludus-vr.com/>
- Mahdjoub, M., Monticolo, D., Gomes, S., Sagot, J. (2010). A collaborative Design for Usability approach supported by Virtual Reality and a Multi-Agent System embedded in a PLM environment. *Computer Aided Design*, vol. 42, 402-413.
- Marr, B. (2017.eko 07k 31). *The Amazing Ways Companies Use Virtual Reality For Business Success*. Eskuratzeguna: 2018.eko 04k 25. Iturria: Forbes: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/07/31/the-amazing-ways-companies-use-virtual-reality-for-business-success/#27dabd811bae>
- Martin-Erro, A., Espinosa-Escudero, M., Dominguez-Somotes, M. (2014). Virtual Reality and Augmented Reality industrial applications. *DYNA*, 89(4), 382-386.
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo. (2015). *La transformación digital de la industria española*. Madrid.
- Mybrana. (2016.eko 03k 14). *Mybrana*. Eskuratzeguna: 2018.eko 06k 18. Iturria: Mybrana: <http://www.mybrana.com/>
- Nee, A. Y., Ong S. K. (2013). Virtual and augmented reality applications in manufacturing. *IFAC proceedings volumes*, 46(9), 15-26.
- Nee, A., Ong, S., Chryssolouris, G., Mourtzis, D. (2012). Augmented Reality applications in design and manufacturing. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, vol. 61, 657-679.
- Nuavis Technology. (2017.eko 04k 02). *Nuavis Technology*. Eskuratzeguna: 2018.eko 06k 18. Iturria: Nuavis Technology: <https://www.nuavis.com/>
- Ong, S. K., Nee, A. Y. C. (2013). *Virtual Reality and Augmented Reality Applications in Manufacturing*. Springer Science and Business Media.
- Ong, S. K., Zhu, J. (2013). A novel maintenance system for equipment serviceability improvement. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 62(1), 39-42.
- Riobó Iglesias, J., Aznar Relancio, S., Gracia Bandrés, M.A., Romero San Martín, D. (2015). *TecsMedia: Análisis de tendencias: Realidad Aumentada y Realidad Virtual*. Zaragoza: Instituto Tecnológico de Aragón.
- Romero, F. (2005). *Técnicas para la simulación de objetos deformables*. Málaga: Universidad de Málaga, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación.
- Sánchez-Vidal, J., Martín-Ugedo, J. F. (2008). *Edad y tamaño empresarial y ciclo de vida financiero*. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- Talaba, D., Amditis, A. (2008). *Product engineering: Tools and Methods Based on Virtual Reality*. Berlin: Springer.
- VanWaardhuizen, M., Oliver, J., Gimeno, J. (2011). Table top augmented reality system for conceptual design and prototyping. *ASME 2011 World Conference on Innovative Virtual Reality*, 657-679.



Virtualware Group. (2018.eko 06k 18). *Virtualware*. Eskuratzeko-eguna: 2018.eko 06k 18.  
Iturria: Virtualware: <http://virtualwaregroup.com/es>

Youngblut, C., Johnston, R. E., Nash, S. H., Wienclaw, R. A., Will, C. A. (1996).  
*Review of Virtual Environment Interface Technology*. Alexandria (Virginia): Institute for  
Defense Analyses Alexandria Va.

Zheng, P., Sang, Z., Zhong, R. Y., Liu, Y., Liu, C., Mubarak, K., Xu, X. (2018). Smart  
manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future  
perspectives. *Frontiers of Mechanical Engineering* , 1-14.



# Eranskina I:

## AR/VR TEKNOLOGIEN INGURUKO GALDETEGIA

*Galdetegi honen bitartez, errealitate birtual eta errealitate areagotuaren inguruko hainbat datu jaso nahi dira, horien ondorengo analisi eta interpretazioa egiteko Gradu Amaierako Lanean. Eskerrik asko zuen arretagatik.*

### ERANTZUTEN DUEN PERTSONAREN EZAUGARRIAK:

1. Adina:

- 25 urte baino gutxiago.
- 25-50 urte.
- 50 urte baino gehiago.

2. Enpresan betetzen duen lanpostua:

- AR eta RV teknologietan espezializatutako ingeniaria.
- Beste gai batean espezializatutako ingeniaria.
- Kudeatzailea.
- Komertziala.
- Beste bat: \_\_\_\_\_

3. AR/VR gaiarekiko jakintza-maila:

*\* 1 zer diren ez jakitea izanik eta 5 alderdi tekniko zein komertzialak menperatzea delarik.*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

### ENPRESAREN EZAUGARRIAK:

4. Enpresak zenbat langile ditu?

- 10 langile baino gutxiago.
- 10-49 langile.
- 50-249 langile.

- 250 langile edo gehiago.

5. Zein sektoretako enpresei daude zuzenduak zuen produktu edota zerbitzuak?

*\* Aukera bat baino gehiago aukeratu daiteke.*

- Industrialia.
- Hezkuntza.
- Osasuna.
- Larrialdiak.
- Beste batzuk: \_\_\_\_\_

6. Zenbat urte ditu enpresak?

- 2 urte baino gutxiago.
- 2-4 urte.
- 5-24 urte.
- 25 urte edo gehiago.

#### **ENPRESAK ESKAINTZEN DITUEN PRODUKTU ETA ZERBITZUAK:**

7. AR/VR teknologiarri dagokionez, zer eskaintzen du enpresak?

- Produktuak.
- Zerbitzuak.
- Biak.

8. Eskaintako produktu/zerbitzuak zuen enpresan garatuak dira osorik ala besteren batetik eratorritakoak dira?

- Osorik bertan garatuak.
- Eratorriak.
- Biak.

9. Eskaintako produktu/zerbitzuak bitartekariei edo azken erabiltzaileei daude zuzenduta?

- Bitartekariei.
- Azken erabiltzaileei.
- Biei.

10. Zer interfaze edo gailu motei zuzendurik daude zuen produktu/zerbitzuak?

\* *Aukera bat baino gehiago aukeratu daiteke.*

- Mugikorrei.
- Tabletei
- HMDei.
- CAVEei.
- Beste batzuk: \_\_\_\_\_

11. Zein garrantzia dute hurrengo faktoreek zuen produktuak/zerbitzuak garatzeko orduan?

\* *1 garrantzirik ez edukitzea izanik eta 5 nahitaezkoa delarik.*

|                         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------|---|---|---|---|---|
| KOSTUA                  |   |   |   |   |   |
| MURGILPEN-MAILA         |   |   |   |   |   |
| ERABILERRAZTASUNA       |   |   |   |   |   |
| EROSOTASUNA             |   |   |   |   |   |
| DISEINU PERTSONALIZATUA |   |   |   |   |   |
| Beste faktore bat:      |   |   |   |   |   |

### AR ETA VR TEKNOLOGIAK:

12. Zein da AR eta VR teknologiek sektore industrialean duten hedapen-maila gaur egun Euskal Autonomia Erkidegoan?

- % 0-5   
  % 5-20   
  % 20-50   
  % 50-75   
  % 75-100

13. Zein da hemendik bost urtetara AR eta VR teknologiek sektore industrialean espero den hedapen-maila Euskal Autonomia Erkidegoan?

- % 0-5   
  % 5-20   
  % 20-50   
  % 50-75   
  % 75-100

14. Gutxieneko zer digitalizazio-maila behar du enpresa batek AR/VR teknologiak ezartzeko?

*\* 1 ordenagailu eta Internet konexiorik ere ez edukitzea izanik eta 5plantan ordenagailua, Internet zerbitzua eta IoT eta Big Data proiektuak ezarririk edukitzea eta zerbitzu eta produktuak Internet bidez eskaintzea delarik.*

- 1                     
  2                     
  3                     
  4                     
  5

15. Enpresa txikienezako ere egokiak izan al daitezke AR/VR teknologien ezarpena?

- Bai.  
 Ez.  
 ED/EE.

16. Sektore industriala pixkanaka teknologia berritzaile hauek bereganatzen ari dela esan daiteke. Hala ere, badaude oraindik euren enpresan ezartzera animatu ez direnak.

Baloratu hurrengo faktoreek duten garrantzia ezarpena arbuizatzeko:

*\* 1 garrantzirik ez edukitzea delarik eta 5 arrazoia guztiz garrantzitsua izanik.*

|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| EZJAKINTASUNA   |   |   |   |   |   |
| EZAGUTZA BERRIEN BEHARRA ETA HORREK SUPOSATZEN DUEN ESFORTZUA |   |   |   |   |   |
| LANGILEEN ERREFUSATZEA  |   |   |   |   |   |
| KOSTUA  |   |   |   |   |   |
| Beste arrazoi bat:  |   |   |   |   |   |



## PRODUKTU ETA ZERBITZU HORIEK GARATZEKO BEHARREZKO OSAGAI TEKNIKOAK:

17. Zuen AR/VR produktu/zerbitzuek zer garapen Standard jarraitzen dute?

- OpenGL 2.0 (Khronos Group)
- CG (NVIDIA corporation)
- ECMAScript (ISO/IEC 16262:2002)
- JAVA (Sun corporation)
- SOAP (W3D SOAPV1.2)
- Beste bat: \_\_\_\_\_
- Ez dugu Standard-ik jarraitzen.

18. Produktu/zerbitzuak garatzeko *framework* berezirik erabiltzen duzue?

- ARKit (Apple)
- ARCore (Google)
- Beste bat: \_\_\_\_\_
- Ez dugu erabiltzen.

19. AR/VR produktu/zerbitzuak zein sistema eragiletarako garatzen dituzue?

\* *Aukera bat baino gehiago aukeratu daiteke.*

- Linux
- MacOS
- Microsoft
- Beste bat: \_\_\_\_\_

20. Zer programa-lengoaia erabiltzen duzue produktu/zerbitzu horiek garatzeko?

Produktu/zerbitzuak martxan ibiltzeko, gailuek izan beharreko ahalmen konputazionalari dagokionez:

21. Zein txartel grafiko da beharrezkoa?

22. Zenbateko maiztasuneko prozesagailua behar da?

**ARLO EKONOMIKOA:**

23. AR/VR produktu/zerbitzuen garapenek zuen enpresako gastuen zer portzentaje suposatzen dute?

- % 0-25     
  % 25-50     
  % 50-75     
  % 75-100

24. Orokorrean, zer da garestiagoa garatzea zerotik hasita: AR/VR software bat edo AR/VR hardware bat?

- AR/VR softwarea.  
 AR/VR hardwarea.  
 Berdin.  
 ED/EE.

25. Baloratu AR/VR produktu/zerbitzuen garapenen kostuak sistema eragileen arabera:

*\* 1 berehalako errentagarritasuna ematea izanik eta 5 ekonomikoki bideragarria ez izatea delarik.*

|            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|---|---|---|---|---|
| Linux      |   |   |   |   |   |
| MacOs      |   |   |   |   |   |
| Microsoft  |   |   |   |   |   |
| Beste bat: |   |   |   |   |   |

26. Diru-laguntzei dagokienez, zein neurritan dira lagungarriak AR/VR teknologiak garatzen dituzten enpresentzat?

*\* 1 lagungarriak ez izatea izanik eta 5 ezinbestekoak izatea delarik.*

1                       2                       3                       4                       5

27. Diru-laguntzei dagokienez, zein neurritan dira lagungarriak AR/VR teknologiak euren plantan ezartzen dituzten enpresentzat?

*\* 1 lagungarriak ez izatea izanik eta 5 ezinbestekoak izatea delarik.*

1                       2                       3                       4                       5

28. Zenbateko hasierako inbertsioa behar da enpresa baten mantenmentu-lanetarako AR sistema bat ezartzeko?

29. Zenbat kostatuko luke ondoren sistema hori mantentzeak urteko?

30. Zenbateko hasierako inbertsioa behar da enpresa bateko langileen formakuntzarako VR sistema bat ezartzeko?

31. Zenbat kostatuko luke ondoren sistema hori mantentzeak urteko?

32. Enpresen ekoizpenen kostu eta denbora murriztean zer nolako garrantzia eduki dezakete AR/VR teknologiek?

*\* 1 murrizketarik eragiten ez dutela izanik eta 5 % 75eko edo gehiagoko murrizpena eragitea delarik.*

1                       2                       3                       4                       5