

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

Facultad de Ingeniería

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas**

**“EFICACIA PERCEPTIVA CON ASISTENCIA DE GUÍA TURÍSTICO  
Y REALIDAD AUMENTADA EN EL MUSEO ALTO DE LA  
ALIANZA DE LA CIUDAD DE TACNA – 2013”**

**TESIS**

Presentada por:

**Bach. Emiliano Euclides Zapata Avendaño**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS**

TACNA – PERÚ

2013

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Facultad de Ingeniería**

**JURADO CALIFICADOR Y CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS**

TESIS N° \_\_\_\_\_

TÍTULO PROFESIONAL DE:

**Ingeniero en Informática y Sistemas**

La Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, por resolución de Facultad N°01640-2013-FAIN/UNJBG, designó Jurado para la sustentación oral de la Tesis titulada: "EFICACIA PERCEPTIVA CON ASISTENCIA DE GUÍA TURÍSTICO Y REALIDAD AUMENTADA EN EL MUSEO ALTO DE LA ALIANZA DE LA CIUDAD DE TACNA - 2013".

**El mismo que está conformado por**

Presidente: Ing. Edwin Antonio Hinojosa Ramos

Secretario: Mgr. Erbert Francisco Osco Mamani


Vocal: Ing. Gianfranco Alexey Málaga Tejada


Para calificar la sustentación de la Tesis en acto público el día 13 de Diciembre del 2013.

Presentado por el Bachiller Emiliano Euclides Zapata Avendaño, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas.

El Jurado Calificador en forma secreta e individual emitió su opinión sobre el tema de la tesis expuesta y procedió a obtener el promedio que arrojó el calificativo de aprobado con la nota de Diecisiete (17) - promedio sobresaliente.

Para ratificar lo detallado firman:

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Edwin Antonio Hinojosa Ramos  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Mgr. Erbert Francisco Osco Mamani  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Gianfranco Alexey Málaga Tejada  
Vocal


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA


FACULTAD DE INGENIERÍA


ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS


“EFICACIA PERCEPTIVA CON ASISTENCIA DE GUÍA TURÍSTICO Y REALIDAD AUMENTADA  
EN EL MUSEO ALTO DE LA ALIANZA DE LA CIUDAD DE TACNA - 2013”

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 13 DE DICIEMBRE DEL 2013 ESTANDO EL  
JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Presidente :   
Ing. Edwin Antonio Hinojosa Ramos  
Presidente

Secretario :   
Mgr. Erbert Francisco Osco Mamani  
Secretario

Vocal :   
Ing. Gianfranco Alexey Málaga Tejada  
Vocal

Asesor :   
Mgr. Edgar Aurelio Taya Acosta

## *Agradecimientos*

*A mi asesor: Mgr. Edgar Aurelio Taya Acosta, por sus acertadas orientaciones para la realización de la presente investigación.*

*A la Municipalidad de Tacna por facilitarme con su apoyo la recolección de datos del museo Alto de la Alianza.*

*A los docentes de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann por quienes he llegado a obtener los conocimientos necesarios para poder desarrollar la tesis.*

*Agradezco además a mis amistades que en todo momento me estuvieron dando ánimos para continuar, sin importar la distancia que nos separa, con solo el propósito de poder brindarme su apoyo e incentivar me a que siga hasta terminar con mi objetivo, el logro de mi titulación.*

## *Dedicatoria*

### ***A Dios.***

*Por haberme hecho regresar en el momento adecuado a mi querida universidad para poder terminar un objetivo que estaba pendiente en mi vida, y a la vez por darme la oportunidad de conocer a gente tan maravillosa que lucha como yo por el mismo objetivo; gracias Dios por darme las fuerzas necesarias para poder llegar al final.*

### ***A mi Madre.***

*Por estar siempre a mi lado en todo momento, sea bueno o malo, por darme esas energías y ganas de continuar, por sus consejos y su apoyo a mis decisiones, y este título no es solo mío sino de ella también porque siempre estuvo en todo momento y en cada desvelada a mi lado, velando para que todo me salga bien, gracias madre Justina Avendaño Gonzales.*

### ***A mi Familia.***

*Quienes han estado conmigo en todos los momentos de mi formación; todo este trabajo ha sido posible gracias a todos ellos.*

## CONTENIDO

RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1 Descripción del problema	4
1.1.1 Antecedentes del problema	4
1.1.2 Problemática de la investigación	5
1.2 Formulación del problema	7
1.2.1 Problema general	7
1.2.2 Problemas específicos	7
1.3 Justificación	8
1.4 Alcances y limitaciones	10
1.5 Objetivos	11
1.5.1 Objetivo general	11
1.5.2 Objetivos específicos	11
1.6 Hipótesis	11
1.6.1 Hipótesis global	11
1.6.2 Sub-hipótesis	12
1.7 Variable	12
1.7.1 Identificación de la variable	12
1.7.2 Definición de la variable	12
1.7.3 Operacionalización de la variable	13
1.8 Diseño de la investigación	14
1.8.1 Diseño no experimental	14
1.8.2 Población y muestra	14
1.8.3 Técnicas e instrumentos para recolección de datos	14
1.8.4 Análisis de datos y selección de pruebas estadísticas	15
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Eficacia	19

2.2	Percepción	21
2.3	Sistemas operativos móviles	29
2.3.1	Entorno del sistema móvil	30
2.3.2	Arquitectura de hardware	42
2.4	Realidad aumentada	43
2.4.1	IEEE: Realidad aumentada	47
2.4.2	Aplicaciones	62
2.4.3	Funcionamiento	63
2.4.4	Arquitectura del sistema de realidad aumentada	70
2.4.5	Realidad aumentada en dispositivos móviles	91
III.	DESARROLLO	101
3.1	Análisis del sitio turístico	101
3.2	Análisis de mercado	102
3.3	Análisis técnico	103
3.4	Análisis de herramientas para realidad aumentada	105
3.5	Análisis de los requerimientos de la aplicación	107
3.6	Diagrama de flujo	108
3.7	Diseño y creación de los marcadores del proyecto	110
3.8	Creación de guía de realidad aumentada con Junaio	113
IV.	RESULTADOS	119
4.1	Análisis de datos	119
V.	DISCUSIONES	150
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	152
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	155
	ANEXOS	162

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Capas del sistema del dispositivo móvil	31
Figura N° 2: Logo del OS Android	35
Figura N° 3: Logo del OS Ios	36
Figura N° 4: Logo del OS BlackBerry	37
Figura N° 5: Logo del OS Windows Phone	39
Figura N° 6: Arquitectura de hardware de un dispositivo móvil moderno	43
Figura N° 7: Continuo virtual de Milgram	47
Figura N° 8: Arquitectura de Brügge	65
Figura N° 9: Código de barras 2D o QR	67
Figura N° 10: Tareas principales de la realidad aumentada	70
Figura N° 11: Movimiento en 6DOF	75
Figura N° 12: Filtro corner sobre imagen con marcadores 2 D	76
Figura N° 13: Arquitectura de la plataforma Layar	97
Figura N° 14: Arquitectura de la plataforma Wikitude	98
Figura N° 15: Arquitectura de la plataforma Junaio	100
Figura N° 16: Diagrama de flujo	109
Figura N° 17: Componentes de un marcador	110
Figura N° 18: Marcador simple	112
Figura N° 19: Marcador complejo	112
Figura N° 20: Registro en Junaio	113
Figura N° 21: Interfaz principal en Junaio	114
Figura N° 22: Interfaz My Channels	115
Figura N° 23: Formulario para crear nuevo canal	116
Figura N° 24: Interfaz de Metaio creator	118
Figura N° 25: Claridad de información – Guía turístico	120
Figura N° 26: Cantidad de información – Guía turístico	121
Figura N° 27: Utilidad de información – Guía turístico	123

Figura N° 28: Tiempo en emitir información – Guía turístico	124
Figura N° 29: Conformidad de la información – Guía turístico	126
Figura N° 30: Servicio brindado – Guía turístico	127
Figura N° 31: Claridad de la información – Realidad Aumentada	129
Figura N° 32: Cantidad de información – Realidad Aumentada	130
Figura N° 33: Utilidad de información – Realidad Aumentada	132
Figura N° 34: Tiempo en emitir información – Realidad Aumentada	133
Figura N° 35: Conformidad de la información – Realidad Aumentada	135
Figura N° 36: Servicio brindado – Realidad Aumentada	136
Figura N° 37: Claridad de información – Guía turístico vs RA	138
Figura N° 38: Cantidad de información – Guía turístico vs RA	139
Figura N° 39: Utilidad de información – Guía turístico vs RA	140
Figura N° 40: Tiempo en transmitir información – Guía turístico vs RA	141
Figura N° 41: Conformidad de la información – Guía turístico vs RA	142
Figura N° 42: Servicio brindado – Guía turístico vs RA	143
Figura N° 43: Distribución normal – prueba unilateral izquierda	149

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Evolución de las redes móviles	33
Tabla N° 2: Información del OS Android	36
Tabla N° 3: Información del OS iOS	37
Tabla N° 4: Información del OS Blackberry	38
Tabla N° 5: Información del OS Windows Phone	39
Tabla N° 6: Cantidad de dispositivos móviles vendidos a usuarios finales por sistema operativo en los primeros tres cuarto del año 2012	102
Tabla N° 7: Comparación técnica entre sistemas operativos Android y iOS	104
Tabla N° 8: Comparación de frameworks para realidad aumentada	106
Tabla N° 9: Relación: tamaño del marcador y distancia reconocible	112
Tabla N° 10: En cuanto a la claridad de información – Guía turístico	119
Tabla N° 11: En cuanto a la cantidad de información – Guía turístico	121
Tabla N° 12: En cuanto a la utilidad de la información – Guía turístico	122
Tabla N° 13: En cuanto al tiempo de emisión de la información – Guía turístico	124
Tabla N° 14: En cuanto a la conformidad de la información – Guía turístico	125
Tabla N° 15: En cuanto al servicio brindado – Guía turístico	127
Tabla N° 16: En cuanto a la claridad de información – R.A	128
Tabla N° 17: En cuanto a la cantidad de información – R.A	130
Tabla N° 18: En cuanto a la utilidad de la información – R.A	131
Tabla N° 19: En cuanto al tiempo de emisión de la información – R.A	133
Tabla N° 20: En cuanto a la conformidad de la información – R.A	134
Tabla N° 21: En cuanto al servicio brindado– R.A	136
Tabla N° 22: Distribución de frecuencia: Asistencia de Guía turístico	144
Tabla N° 23: Distribución de frecuencia: Realidad Aumentada	146
Tabla N° 24: Datos para la prueba de hipótesis con varianzas conocidas	148

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo comparar la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico y Realidad Aumentada en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna – 2013, y para ello se contará con un guía turístico y a la vez se implementará una aplicación basada en marcadores para Realidad Aumentada, que podrán ser ubicados dentro del museo, los cuales servirán como fuente de información turística interactiva, mostrando información audiovisual acerca de las piezas en exposición dentro del museo Alto de la Alianza, de tal manera que cuando un turista visite el museo, a través de su dispositivo móvil, pueda obtener la información agregada a los marcadores y así comprender lo que está observando.

El diseño de investigación es no experimental, comparativo, con dos grupos de estudios de 30 turistas cada grupo; el primer grupo estuvo a cargo del guía turístico mientras que el otro de la Realidad Aumentada. Para la recolección de datos se elaboró un cuestionario, cuyas preguntas fueron validadas por expertos sobre el tema. Los resultados que se obtuvieron al finalizar la investigación mostraron que la eficacia perceptiva que se da a través de la Realidad Aumentada es mayor a la que se da a través del guía turístico.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la importancia que tienen los avances tecnológicos para la humanidad han alcanzado niveles sorprendentes; un caso de ello lo constituyen los dispositivos móviles, que se han convertido en el mayor ejemplo de convergencia tecnológica. Ahora no adquirimos un teléfono móvil simplemente por sus bondades a la hora de hacer llamadas, se tiene en cuenta otros aspectos importantes como: la resolución de la cámara, la capacidad de almacenamiento de archivos, si tiene o no acceso a internet, la posibilidad de usar aplicaciones con alto rendimiento gráfico, servicio de posicionamiento global (GPS), etc.; estos aspectos importantes han hecho que tecnologías que antes se pensaban solo de laboratorio hoy en día las podamos tener en nuestras manos.

Los ámbitos para los cuales se desarrollan las aplicaciones para dispositivos móviles son totalmente variados, desde aplicaciones para entretenimiento hasta aplicaciones para entrenamientos profesionales. La Realidad Aumentada es una de estas tecnologías que paso del laboratorio a su masificación en aplicaciones para dispositivos móviles, y sus ámbitos de aplicación son igualmente variados. Por ser una herramienta interactiva y que llama la atención es muy utilizada para publicidad, marketing y turismo; ya que crea la sensación en el usuario de ver a través de su pantalla algo que no existe en realidad.

El turismo en el Perú es una actividad muy importante y es reconocido a nivel mundial, sin embargo esto no es motivo para no seguir innovando y encontrar la manera de cómo mejorar la forma de llevar la información al turista, haciéndola de manera más interactiva y llamativa. Es aquí donde se junta la tecnología de Realidad Aumentada y el turismo, esto a través de una aplicación para dispositivos móviles que nos ayudará a llegar a la mayor cantidad de turistas posibles.

La presente Tesis tiene por objetivo ver el alcance perceptivo que se puede dar a través de esta tecnología, Realidad Aumentada, que estará orientada a brindar información al turista con el fin de generarle una experiencia diferente a la tradicional.

Esta tesis esta estructura de la siguiente manera:

En el primer capítulo se describe y define el problema a investigar, se da a conocer los antecedentes del mismo, se justifica la necesidad del estudio y se determina el alcance que se pretende lograr. Con todo esto se emiten los objetivos e hipótesis; se define el tipo de investigación que se empleará junto con las técnicas e instrumentos que se usarán para el análisis de datos.

En el segundo capítulo, se muestra el marco teórico, definiendo lo que son sistemas operativos para dispositivos móviles y todo lo relacionado a Realidad Aumentada: definición, elementos, tipos y herramientas de desarrollo.

En el tercer capítulo, realizamos el desarrollo de la tesis, comenzando con el análisis de la información para seleccionar el sistema operativo, más óptimo, del dispositivo móvil así como las herramientas para el desarrollo de nuestra aplicación de Realidad Aumentada. Luego del análisis y de haber hecho la mejor elección en cuanto al sistema móvil a emplear, se realizó el diseño de la aplicación que nos ayudó a probar nuestras hipótesis.

En el cuarto capítulo se describen los resultados obtenidos después de las pruebas realizadas con asistencia de guía turístico y Realidad Aumentada.

El quinto capítulo, está destinado a dar nuestra apreciación sobre el desarrollo del trabajo de investigación; lo que se pudo observar y comprobar.

El sexto y último capítulo está destinado a ingresar las conclusiones y recomendaciones a las cuales se llega al término del desarrollo del presente trabajo de investigación.

## **I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Descripción del problema**

#### **1.1.1 Antecedentes del problema**

La promesa del museo peruano es quizá el más antiguo de los ofrecimientos que se ha hecho desde la época del Estado Republicano: desde 1824 existe como proyecto, y sin embargo no logra aún realizarse plenamente. ¿A qué se debe que el Perú haya sido tan reacio a la idea moderna del museo, mientras en otros países latinoamericanos ha encontrado gran acogida? La historia de nuestros museos, es cierto, está ligada fatalmente a los vaivenes de la política, a las decisiones del responsable de turno. Pero también estuvo amarrada al destino de una burguesía criolla que, al no poder emular a los museos europeos, no se interesó por crearlos aquí con los objetos de la cultura nativa. Algo más significativo: tampoco se sintió identificada con ella.

En la actualidad uno de los principales atractivos de los museos en el mundo ha sido el uso de la tecnología como un recurso importante para hacer llegar los diferentes contenidos culturales a un público amplio. El uso de las nuevas tecnologías se muestra como algo ineludible en nuestra sociedad, al

identificar la progresiva implantación del lenguaje audiovisual como principal vertebrador de la comunicación humana, creando la necesidad de recibir información, educación o diversión en forma de experiencia, lo que el museo actual proporciona mediante nuevos lenguajes que emplea la sociedad contemporánea.

Por otra parte, también encontramos que las nuevas tecnologías, especialmente el medio digital y la realidad virtual, han hecho su aparición gracias a su capacidad de recrear espacios y objetos que sin duda hacen más atractiva la experiencia museística, en tanto favorecen el aprendizaje informal que se pretende en este tipo de espacios. Actualmente las nuevas apuestas de las instituciones culturales se basa en aumentar el conocimiento en entornos cotidianos más que en la creación de nuevos espacios virtuales, por lo que el uso de la tecnología de la realidad aumentada, se encuentra en el punto de mira, debido a su gran potencial y sus posibilidades de añadir contenido virtual al mundo real, lo que genera una imagen enriquecida de la realidad.

### **1.1.2 Problemática de la investigación**

Todos los días surgen nuevas formas de tecnología que asombran cada vez más a la sociedad, y al mismo tiempo enriquecen las capacidades cognitivas y sensoriales del ser humano; proporcionan a los sentidos altos niveles de

percepción y potencian la aprehensión del conocimiento. Con la llegada de la tecnología digital, la imagen como representación de la realidad, también se ha beneficiado sustancialmente. La creación de la imagen digital ha permitido ver el mundo de mejor manera. La realidad aumentada, ha utilizado la imagen digital para hacerla parte del mundo real obteniendo grandes ventajas al complementar la información de la imagen real y agregarle atributos que esta no posee.

A nivel mundial, la tecnología de realidad aumentada está siendo utilizada en casi todos los campos del saber, desde la medicina hasta la arqueología pasando por la educación, la construcción, el turismo, el arte y la publicidad. Investigadores de muchas universidades del mundo están centrando sus estudios en mejorar las aplicaciones y servicios que puede brindar a la ciencia. Esta tendencia tecnológica está siendo aprovechada por grandes transnacionales para promocionar sus marcas.

En América Latina, su aplicación ha sido creciente. En países como México, Brasil, Colombia y Argentina se están trabajando en varios proyectos que utilizan la realidad aumentada como tecnología principal, de hecho se han creado las primeras empresas dedicadas al desarrollo de herramientas y aplicaciones en “*Augmented Reality*” o realidad aumentada. Así mismo, existe un número creciente de docentes que están interesándose cada vez más en aplicarla en su

labor educativa, debido al impacto cognitivo que puede causar en el inter - aprendizaje.

Por ende esta investigación se traduce en la posibilidad de crear, no sólo contenidos valiosos e inéditos, sino una base para posteriores desarrollos de proyectos sólidos a nivel teórico y de aplicaciones orientadas a la realidad aumentada, porque en un futuro cercano, esta área será de vital importancia en nuestra sociedad actual. Conocer, comprender y comparar en diversas situaciones la eficiencia de esta tecnología es para el egresado de Ingeniería en Informática y Sistemas fundamental en este mundo en donde la necesidad de información hace que la tecnología cada día este en avance.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

- ¿Cuál es la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico y realidad aumentada en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna?

- b) ¿Cuál es la eficacia perceptiva con realidad aumentada en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna?

### **1.3 Justificación**

Hoy en día la realidad aumentada permite que el usuario perciba el entorno real “aumentado” con algunos objetos virtuales, es decir, creados por computadora; con el objetivo de “aumentar” la percepción que tenemos del mundo real. Esto sin duda actualizará los antiguos medios didácticos de enseñanza de las ciencias en que se cuenta solo con imágenes a través de láminas o en el mejor de los casos con algún video explicativo. En consecuencia creo que es de vital importancia realizar trabajos orientados a la comparación de las bondades de esta tecnología con respecto a las convencionales, ya que nos permitirá tener una mejor percepción de las características de esta tendencia que se está presentando en la sociedad actual.

Los museos y centros de interpretación a nivel mundial, en la actualidad, se han erigido como otro espacio para la educación donde las nuevas tendencias museográficas han evolucionado desde la concepción de galería heredada del siglo XIX, a la de constituir centros para la transmisión del conocimiento en la que los visitantes no actúen como meros observadores pasivos sino que interactúan con los contenidos que se presentan bajo un enfoque lúdico–racional.

Esto ha sido de gran aporte ya que ha aumentado la concurrencia de las personas a los museos, dado que consideran una propuesta diferente e interesante la de incluir realidad aumentada dentro de los museos para dar a conocer la información que se desea transmitir y hacer de su visita, una visita diferente.

En estos últimos años el sector turismo se ha incrementado en nuestro país, siendo esta una actividad muy importante para la economía peruana. Así mismo el constante crecimiento en el mercado de aplicaciones móviles y el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, resultaron como motivación principal en crear una aplicación para dispositivos móviles que mezcle información que le interese al turista con la tecnología de realidad aumentada para mostrar de manera más interactiva y en tiempo real la información que necesita sobre el lugar que está visitando.

El presente trabajo de investigación (Tesis) es innovador, se presenta un tema de actualidad, como lo es la Realidad Aumentada, que en este caso lo estamos orientando al área cultural; por tal motivo realzan la utilidad de este trabajo.

#### **1.4 Alcances y limitaciones**

- Se estudiará y analizará los fundamentos teóricos acerca de la realidad aumentada, viendo además las aplicaciones en diversas áreas en la actualidad, pero centrándonos en el área cultural principalmente.
- En cuanto al aspecto tecnológico, se encauzará el análisis a las investigaciones, herramientas y aplicaciones generadas en los últimos años, especialmente la que es la de más fácil acceso al turista los *smartphones* y *tablets*.
- Nuestro ámbito de investigación estará constituido por el grupo de turistas, ya sean estos extranjeros, de la misma ciudad o de diferente ciudad pero de nuestro mismo país, que visitan regularmente el museo Alto de la Alianza durante el año 2013.
- Por tratarse de conceptos novedosos, cuya referencia no siempre es vasta, las limitaciones que se podrían presentar es la del acceso a una fuente bibliográfica dedicada y sería referente a la realidad aumentada en español, así que los parámetros de búsqueda podrían ser amplios.
- La construcción de un prototipo basado en realidad aumentada podría ser costosa y en consecuencia difícil de implementar.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

**O:** Comparar la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico y realidad aumentada en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

**O<sub>1</sub>:** Determinar la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.

**O<sub>2</sub>:** Determinar la eficacia perceptiva con realidad aumentada en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis global**

**H<sub>0</sub>:** Si el uso de la Visión Computacional facilita el acceso a la información. Entonces, la eficacia perceptiva con ayuda de realidad aumentada es mejor que con asistencia de guía turístico en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.

## 1.6.2 Sub-hipótesis

**H<sub>1</sub>:** Si la percepción normal es parcial. Entonces, la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico es buena en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.

**H<sub>2</sub>:** Si la percepción con ayuda de la Visión Computacional es profunda. Entonces, la eficacia perceptiva con realidad aumentada es muy buena en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.

## 1.7 Variable

### 1.7.1 Identificación de la variable

#### **Univariable – Situacional**

- Eficacia Perceptiva.

### 1.7.2 Definición de la variable

#### **Variable situacional:** Eficacia Perceptiva

- **Definición conceptual:** Proceso cognoscitivo a través del cual los sujetos captan información del entorno usando como medios los sistemas sensoriales y que permiten al individuo formar una representación de la realidad de su entorno.

- **Definición operacional:** Contribuye midiendo el nivel de información asimilada, necesaria para formar y afianzar un concepto.
- **Indicadores:** Calidad de información, claridad de información, cantidad de información, utilidad de información, tiempo de emisión de la información, conformidad de la información.
- **Valores:** Porcentaje.

### 1.7.3 Operacionalización de las variables

#### Eficacia perceptiva

- **Por la función que cumple en la hipótesis.**  
Independiente (Situacional).
- **Por su naturaleza.**  
Atributiva (ya que es una variable que será medida).
- **Por el método de estudio.**  
Cuantitativo (ya que se puede expresar en escalas).
- **Por la posesión de la característica.**  
Continua (ya que toma un conjunto de valores dentro de un rango).
- **Por los valores que adquieren.**  
Politómica (ya que varía en más de dos valores).

## **1.8 Diseño de la investigación**

### **1.8.1 Diseño no experimental**

La investigación es del tipo Comparativa: Tecnológico – Aplicado, ya que está orientado a la comparación de características de la eficacia perceptiva en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna en dos situaciones diferenciadas por la asistencia de la realidad aumentada.

### **1.8.2 Población y muestra**

La investigación se va a dividir en grupos de estudio, estos grupos de estudio estarán conformados por los turistas que visitan el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna en el año 2013. Cada grupo estará conformado por 30 turistas; y se trabajará un grupo con asistencia de guía turístico y el otro con el apoyo de la realidad aumentada.

### **1.8.3 Técnicas e instrumentos para recolección de datos**

**Técnica:** Encuesta. En este tipo de técnica se pueden registrar situaciones que pueden ser observadas, por ello se dice que la encuesta es un método descriptivo con el que se pueden detectar ideas, necesidades, preferencias, hábitos de uso, etc.

**Instrumento.** Cuestionario. El cuestionario es un conjunto de preguntas sobre los hechos o aspectos que interesan en una investigación y que son contestadas por los encuestados. Se trata de un instrumento fundamental para la obtención de datos.

#### **1.8.4 Análisis de datos y selección de pruebas estadísticas**

Se realizará un estudio estadístico de los datos; en la primera parte del cuestionario se verá la **moda**, para observar la variable con mayor frecuencia; en la segunda parte se trabajará con tablas de distribución de frecuencias y gráficos de acuerdo a la naturaleza de la investigación, medidas de tendencia central, medidas de dispersión, y otros ratios que permitan analizar los datos de manera mucho más precisa, didáctica y rigurosa.

Para esto utilizaremos como herramienta de software Microsoft Excel.

En el análisis de los datos usaremos la prueba de hipótesis de varianzas poblacionales conocidas, ya que es el más ampliamente utilizado para probar igualdad de dos medias de la población.

➤ ***Esquema para contrastar hipótesis:***

El método científico exige el cumplimiento de ciertas condiciones como son el planteamiento de hipótesis, un análisis lógico, crítico y una metodología válida para probar hipótesis planteadas. Así, para probar hipótesis es necesario ceñirse a un esquema de 6 pasos que satisface tales exigencias y que se explican a continuación:

1. Se plantean las hipótesis nula,  $H_0$ , y la alternativa  $H_1$ . La hipótesis nula siempre corresponde a una hipótesis simple, ya que debe especificar completamente la distribución poblacional, bajo la cual se establece el estadígrafo de prueba y su distribución, la que debe ser conocida. La hipótesis alternativa especifica lo que se quiere probar, que por lo general representa el cambio en relación a la hipótesis nula.
2. Se debe de elegir el nivel de significación de la prueba o valor de  $\alpha$ .
3. Se debe identificar el estadígrafo de prueba, el que debe tener características similares a la variable pivotal y cuya distribución debe ser conocida.
4. Se especifica la región crítica (RC), cuya construcción depende de la hipótesis alternativa, el valor de  $\alpha$  y la distribución del estadígrafo de prueba.

5. Consiste en planificar la muestra aleatoria cuyas observaciones entregarán la evidencia que permitirá tomar la decisión de rechazar o aceptar la hipótesis nula. Para este propósito es necesario procesar valores y obtener un valor calculado del estadígrafo de prueba o valor muestral. A continuación se debe verificar si el valor, así calculado, pertenece o no a la región crítica. Si pertenece, la decisión es rechazar la hipótesis nula, en caso contrario la decisión es aceptarla o no rechazarla. Aceptar la hipótesis nula debe interpretarse en el sentido que los datos no proporcionan evidencia suficiente para refutarla, lo que no es equivalente a concluir que lo que plantea la hipótesis nula es lo verdadero. Recuerde que es imposible establecer la certeza de que una hipótesis es verdadera a partir de una muestra. Al rechazar una hipótesis nula se debe concluir que con los datos muestrales es más creíble o probable lo que especifica la hipótesis alternativa, dado que, bajo la condición que la hipótesis nula es verdadera, la probabilidad de obtener una muestra que proporcione los datos que nos conduce a la hipótesis alternativa resulta pequeña. Una probabilidad pequeña se refiere a que su valor es igual o menor al nivel de significación de la prueba de hipótesis cuyo valor es  $\alpha$ .
6. En este paso se debe redactar una conclusión respecto al problema en estudio, la que se deduce del análisis de los resultados realizados en la etapa anterior.

**Varianzas poblacionales  $\sigma_1^2$  y  $\sigma_2^2$  conocidas**

A partir de muestras aleatorias independientes de  $X_1 = N(\mu_1, \sigma_1^2)$  y  $X_2 = N(\mu_2, \sigma_2^2)$  de tamaño  $n_1$  y  $n_2$  respectivamente, el estimador de

$(\mu_2 - \mu_1)$  es  $(\bar{X}_2 - \bar{X}_1)$  cuya distribución es  $N\left(\mu_2 - \mu_1, \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}\right)$  y  $Z = \frac{(\bar{X}_2 - \bar{X}_1) - (\mu_2 - \mu_1)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} = N(0,1)$ , según lo establecido en la

construcción del intervalo de confianza para la diferencia de dos medias poblacionales. En consecuencia como bajo  $H_0 : \mu_2 - \mu_1 = 0$ , el estadígrafo de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} = N(0,1) \quad (1)$$

Dónde:

$n_1$  = Tamaño de la población 1.

$n_2$  = Tamaño de la población 2.

$\bar{X}_1$  = Media de la población 1.

$\bar{X}_2$  = Media de la población 2.

$\sigma_1^2$  = Varianza de la población 1.

$\sigma_2^2$  = Varianza de la población 2.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Como esta investigación está enfocada a investigar la eficacia perceptiva a través de la realidad aumentada; empezaremos definiendo y entendiendo lo que implica y se logra a través de la eficacia y la percepción; a continuación y debido a que la realidad aumentada es un concepto nuevo en el ámbito de la tecnología, y más nuevo aún es su implementación en dispositivos móviles; es importante conocer acerca de los sistemas operativos para dispositivos móviles presentes en el mercado, posteriormente el concepto de realidad aumentada, sus variantes y finalmente las herramientas de desarrollo que permitan incluir realidad aumentada en los dispositivos móviles.

### **2.1 Eficacia**

#### **¿Qué es eficacia?**

- Según Chiavenato (2004, p. 132), la eficacia: es una medida del logro de resultados.
- Para Koontz & Weihrich (2004, p. 14), la eficacia es: el cumplimiento de objetivos.

- Según Robbins & Coulter (2005, p. 8), eficacia se define como: hacer las cosas correctas, es decir; las actividades de trabajo con las que la organización alcanza sus objetivos.
- Para Da Silva (2002, p. 20), la eficacia: está relacionada con el logro de los objetivos/resultados propuestos, es decir con la realización de actividades que permitan alcanzar las metas establecidas. La eficacia es la medida en que alcanzamos el objetivo o resultado.
- Andrade (2005, p. 253), define la eficacia de la siguiente manera: actuación para cumplir los objetivos previstos. Es la manifestación administrativa de la eficiencia, por lo cual también se conoce como eficiencia directiva.
- Finalmente, el Diccionario de la Real Academia Española nos brinda el siguiente significado de Eficacia: (Del lat. *efficacia*). Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

En este punto, teniendo en cuenta y complementando las anteriores propuestas, planteo la siguiente definición general de eficacia: "Eficacia es hacer lo necesario para alcanzar o lograr los objetivos deseados o propuestos".

## **2.2 Percepción**

### **¿Qué es la percepción?**

Cuando percibimos establecemos una relación intencional que podemos evaluar la realidad, en la que nos encontramos, como verdadera o falsa. Podemos decir, entonces, que percibir implica interpretar la realidad en la que nos encontramos.

La percepción tiene un origen en una interacción física que se da entre el medio y el organismo, en la que actúan además todos nuestros sentidos. Es entonces el punto de encuentro entre lo físico y lo mental. La percepción no es una captación pasiva de los objetos que se nos presentan tanto interno como externo, implica una actividad participativa del sujeto.

La percepción implica:

- a) El estímulo sensible de un objeto o hecho presente (interno o externo).
- b) La transmisión por la vía sensible nerviosa al centro nervioso correspondiente.
- c) Su decodificación para convertirlo en la imagen específica.
- d) Su captación a nivel consciente que permite su reconocimiento y comprensión, que depende a su vez de la experiencia anterior de la persona, de su estado de ánimo, de sus intereses, etc.

e) Para, finalmente, definirla y darle el nombre correspondiente.

Es por eso que podemos afirmar que el ser humano es el único que da nombre a las cosas porque hasta ahora es el único que las comprende y las define. Esto le permite compararlas, elaborar juicios, y puede comprender las conductas y gobernarlas (Labaké, 1997).

Entonces la percepción estaría como mediadora entre dos capacidades fundamentales del hombre: de elaborar juicios y de dirigir y seleccionar sus conductas.

Los primeros estudios científicos sobre percepción no comenzaron sino hasta el siglo XIX. Con el desarrollo de la fisiología, se produjo el primero modelo que relacionaba la magnitud de un estímulo físico con la magnitud del evento percibido, a partir de lo cual vio su surgimiento la psicofísica (Goldstein, 2006).

Los personajes más relevantes en el estudio de percepción fueron:

- Hermann Von Helmholtz, médico y físico alemán que realizó experimentos de acústica y oftalmología, entre muchas otras cosas.

- Gustav Theodor Fechner, psicólogo alemán de la ecuación que explica la relación entre el estímulo físico y la sensación (la llamada ley de Weber-Fechner).
- Ernst Heinrich Weber, psicólogo y anatomista alemán fundador de la psicofísica.
- Wilhelm Wundt, médico alemán fundador del primer laboratorio de psicología experimental.
- Stanley Smith Stevens, psicólogo estadounidense autor de la llamada función potencial de Stevens.
- Max Wertheimer, Kurt Koffka y Wolfgang Köhler, psicólogos alemanes fundadores de la teoría de la Gestalt.
- Irving Rock, científico cognitivo estadounidense.
- David Marr, neurocientífico británico especialista en procesamiento visual.
- James J. Gibson, psicólogo estadounidense especialista en percepción visual.

## **Áreas**

Los principales campos investigados en percepción se asemejan a los sentidos clásicos: visión, audición, tacto, olfato y gusto. A estos habría que añadir otros como la propiocepción o el sentido del equilibrio (Goldstein, 2006).

- Percepción visual, de los dos planos de la realidad externa, (forma, color, movimiento).
- Percepción espacial, de las tres dimensiones de la realidad externa, (profundidad).
- Percepción olfativa, de los olores.
- Percepción auditiva, de los ruidos y sonidos.
- Cenestesia, de los órganos internos.
- Percepción táctil, que combina los sentidos de la piel (presión, vibración, estiramiento).
- Percepción térmica, de las variaciones de temperatura (calor, frío).
- Percepción del dolor, de los estímulos nocivos.
- Percepción gustativa, de los sabores.
- Quimioestesia, de los sabores fuertes, no se encuentra comprometida en caso de lesión de las áreas gustativas u olfativas.
- Percepción del equilibrio.
- Kinestesia, de los movimientos de los músculos y tendones.
- Percepción del tiempo, del cambio. Percibir implica la existencia de una reacción a una estimulación presente, esta reacción se puede analizar en planos fisiológicos, de consciencia o de conducta.
- Percepción de la forma.

## **Naturaleza de la Percepción**

La percepción es el primer proceso cognoscitivo, a través del cual los sujetos captan información del entorno, la razón de ésta información es que usa la que está implícita en las energías que llegan a los sistemas sensoriales y que permiten al individuo animal (incluyendo al hombre) formar una representación de la realidad de su entorno. La luz, por ejemplo codifica la información sobre la distribución de la materia-energía en el espacio-tiempo, permitiendo una representación de los objetos en el espacio, su movimiento y la emisión de energía luminosa. A su vez, el sonido codifica la actividad mecánica en el entorno a través de las vibraciones de las moléculas de aire que transmiten las que acontecen en las superficies de los objetos al moverse, chocar, rozar, quebrarse, etc. El llamado sentido del tacto es un sistema complejo de captación de información del contacto con los objetos por parte de la piel, Gibson (2002) propuso denominarle sistema háptico, ya que involucra las tradicionales sensaciones táctiles de presión, temperatura y dolor, todo esto mediante diversos corpúsculos receptores insertos en la piel. El sistema háptico trabaja en estrecha coordinación con la kinestesia que permite captar el movimiento de la cabeza en el espacio (rotaciones y desplazamientos) y combinando con la propiocepción se tiene una percepción global del movimiento corporal y su relación con el contacto con los objetos. El olfato y el gusto informan de la naturaleza química de los objetos. El olfato capta las partículas que se desprenden y disuelven en el aire, captando información a

distancia, mientras que el gusto requiere que las sustancias entren a la boca, se disuelvan en la saliva y entren en contacto con la lengua. Sin embargo, ambos trabajan en sincronía. La percepción del sabor de los alimentos tiene más olfativo que gustativo. Existe en realidad como fenómeno psíquico complejo, la percepción, el resultado de la interpretación de esas impresiones sensibles por medio de una serie de estructuras psíquicas que no proceden ya de la estimulación del medio, sino que pertenecen al sujeto. En la percepción se encuentran inseparablemente las sensaciones con los elementos interpretativos (Goldstein, 2006).

El proceso de la percepción, tal como propuso Hermann Von Helmholtz, es de carácter inferencial y constructivo, generando una representación interna de lo que sucede en el exterior al modo de hipótesis. Para ello se usa la información que llega a los receptores y se va analizando paulatinamente, así como información que viene de la memoria tanto empírica como genética y que ayuda a la interpretación y a la formación de la representación.

Este es un modelo virtual de la realidad que utiliza la información almacenada en las energías, procedimientos internos para decodificarlas e información procedente de la memoria que ayuda a terminar y completar la

decodificación e interpreta el significado de lo recuperado, dándole significado, sentido y valor. Esto permite la generación del modelo.

Mediante la percepción, la información recopilada por todos los sentidos se procesa, y se forma la idea de un solo objeto. Es posible sentir distintas cualidades de un mismo objeto, y mediante la percepción, unir las, determinar de qué objeto provienen, y determinar a su vez que este es un único objeto.

Entonces, como se indicó antes, la percepción recupera los objetos, situaciones y procesos a partir de la información aportada por las energías (estímulos) que inciden sobre los sentidos.

Para hacer más claro esto veamos el caso de la visión. Este sistema responde a la luz, reflejada por la superficie de los objetos. Las lentes del ojo hacen que, de cada punto de las superficies visibles, esta se vuelva a concentrar en un punto de la retina. De esta forma cada receptor visual recibe información de cada punto de la superficie de los objetos. Esto forma una imagen, lo cual implica que este proceso está organizado espacialmente, pues la imagen es una proyección bidimensional del mundo tridimensional. Sin embargo, cada receptor está respondiendo individualmente, sin relación con los demás. Esa relación se va a recuperar más adelante, determinando los contornos y las superficies en su

configuración tridimensional, se asignarán colores y textura y percibiremos contornos no visibles. Se estructurarán objetos y estos serán organizados en relación unos con otros. Los objetos serán reconocidos e identificados (Goldstein, 2006).

Este proceso se dará con la constante interacción entre lo que entra de los receptores, las reglas innatas en el sistema nervioso para interpretarlo y los contenidos en la memoria que permiten relacionar, reconocer, hacer sentido y generar una cognición del objeto y sus circunstancias. Es decir se genera el modelo más probable, con todas sus implicaciones para el perceptor.

De este modo, la simple respuesta a las sensaciones, es decir al efecto directo de los estímulos, no fue suficiente; la evolución desarrolló paulatinamente formas de recuperar la implicación que tenían los estímulos en relación a los objetos o procesos de los que provenían; formándose así los procesos perceptuales.

Al contar con un sistema nervioso eficiente, este se empieza a usar para otras funciones, como el sexo, la sociabilidad, el conocimiento, etc. Por ello, la percepción es un proceso adaptativo y base de la cognición y la conducta.

### 2.3 Sistemas operativos móviles

Hoy en día, los usuarios desean acceder a la información desde cualquier lugar en que se encuentren; esto es, a través de dispositivos PDA (*Personal Digital Assistant* o Ayudante personal digital), teléfonos móviles, o incluso en automóviles. Los *Smartphones* (teléfonos inteligentes) y las *tablets 3G* son una evolución del teléfono móvil tradicional que cuenta con ciertas características y prestaciones que lo acercan más a un ordenador personal que a un teléfono tradicional. Entre dichas características, se puede encontrar una mejora en la capacidad de proceso y almacenamiento de datos, conexión a Internet, dispositivos de seguimiento, métodos de entrada avanzados y diversas aplicaciones de usuario como navegadores, aplicaciones ofimáticas, reproductores multimedia, etc.

A pesar de estas importantes mejoras con respecto a sus predecesores móviles, el reducido tamaño de los *Smartphones* y de las *tablets* conlleva limitaciones de hardware que los mantienen claramente diferenciados de los ordenadores convencionales (GUY, 2010). Estas limitaciones se reflejan principalmente en pantallas más pequeñas, menor capacidad de procesamiento, restricciones de memoria RAM, y necesidad de adaptar el consumo de energía a la capacidad de una pequeña batería.

Aun así, los dispositivos móviles inteligentes son lo más codiciado actualmente en tecnología, y ello no ha pasado desapercibido para las grandes compañías, las empresas han llevado algunas de sus mejores aplicaciones al mercado de los dispositivos móviles.

### **2.3.1 Entorno del sistema móvil**

El internet es en realidad un complejo sistema compuesto por varias partes que deben funcionar a la perfección. Cuando se introduce una URL en un navegador web, no se piensa en todo lo que tiene que suceder para ver la página web solicitada; cuando se envía un email, no percibimos por todos los servidores, conmutadores y software que se separa del destinatario; todo lo que hacemos en Internet ocurre en fracciones de segundo y se piensa que todo esto sucede en forma gratuita.

La comunicación con diferentes personas a través de los dispositivos móviles, es exactamente igual al uso de Internet, y se aplican las mismas reglas. La comunicación entre los dispositivos móviles es un sistema complejo como el internet ya que se compone de diferentes partes que deben de trabajar juntas sin problemas. Para decirlo de otra manera, pensemos en internet como una gran nube, cuando queremos sacar algo de ella utilizamos una herramienta, que podría

ser software o un dispositivo, para que se pueda interactuar, estas herramientas pueden ser los dispositivos móviles. Entonces veamos al sistema móvil como un sistema de capas (Fling, 2009), donde cada capa depende de las otras para funcionar:



**Figura N° 1: Capas del sistema del dispositivo móvil**

*Fuente: Fling (2009)*

La capa base en el sistema de un dispositivo móvil es el **Operador**. Aquí es donde se hace fundamentalmente el trabajo de toda la arquitectura de un dispositivo móvil: instalan torres de comunicación, gestionan la red de comunicación, hacen que los servicios (como Internet) estén disponible para los

suscriptores móviles, además mantienen comunicación con ellos y les brinda el soporte que necesitan ante cualquier dificultad.

La siguiente capa es la de **Redes**; a través de ella los operadores funcionan. La tecnología del dispositivo móvil, de manera simplista, es una radio que recibe una señal de una antena. El tipo de radio y antena determinan las capacidades de la red y los servicios que puede habilitar en ella.

La gran mayoría de redes de todo el mundo utilizan el estándar GSM (*Global System for Mobile*) (véase la tabla 1), utilizando GPRS o EDGE GPRS para datos 2G y UMTS o HSDPA de 3G; pero también existen CDMA (*Code Division Multiple Access*) y su híbrido CDMA2000 2.5G, que aunque ofrece una mayor cobertura, limitan la cantidad y capacidad de servicios que pueden transferirse sobre ella.

**Tabla N° 1: Evolución de las redes móviles**

2G	Second generation of mobile phone standards and technology	Theoretical max data speed
GSM	Global System for Mobile communications	12.2 KB/sec
GPRS	General Packet Radio Service	Max 60 KB/sec
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution	59.2 KB/sec
HSCSD	High-Speed Circuit-Switched Data	57.6 KB/sec
3G	Third generation of mobile phone standards and technology	Theoretical max data speed
W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access	14.4 MB/sec
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	3.6 MB/sec
UMTS-TDD	UMTS +Time Division Duplexing	16 MB/sec
TD-CDMA	Time Divided Code Division Multiple Access	16 MB/sec
HSPA	High-Speed Packet Access	14.4 MB/sec
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access	14.4 MB/sec
HSUPA	High-Speed Uplink Packet Access	5.76 MB/sec

*Fuente: Fling (2009, pp 17-18)*

Aunque la función principal del sistema de dispositivo móvil, que es la de mantener la comunicación, se mantiene intacta; las redes de los dispositivos móviles a menudo se utiliza para describir las velocidades de datos que se es capaz de entregar y recibir.

La capa siguiente es la de los **Dispositivos**, que en sí son los dispositivos móviles o terminales. La mayoría de estos dispositivos móviles son los teléfonos y *tablets* con características, que constituyen la mayoría del mercado. Los teléfonos *Smartphones* y las *tablets* constituyen una pequeña porción del mercado en todo el

mundo, pero gracias a la popularidad que estos están alcanzado en la actualidad, ha hecho que su demanda crezca en el mercado y más aún con la introducción de los iPhones y los dispositivos basados en Android. Como los dispositivos de próxima generación son una realidad, la distinción entre términos teléfonos con características y teléfonos inteligentes tiende a desaparecer.

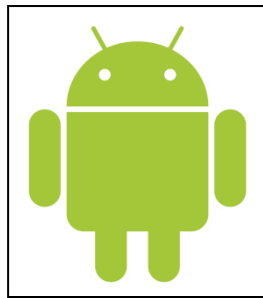
La función principal de la **Plataforma** es la de proporcionar el acceso a múltiples funciones a los dispositivos móviles, para que estos puedan ejecutar con normalidad el software y los servicios adquiridos a través del proveedor; se necesita un núcleo en el cual este adherido el software. Como todo software este se divide en tres categorías: código fuente, licencia, propiedad.

La siguiente capa, el **Sistema Operativo**, es el que contiene los servicios básicos o el conjunto de herramientas necesarias que van a permitir que las aplicaciones se puedan comunicar entre sí para poder compartir datos o servicios.

Hasta el momento se han desarrollado varios sistemas operativos entre los que destacan *Microsoft Windows Mobile*, *Blackberry OS*, *Symbian OS*, *iOS* que son software propietario, pero existe una plataforma libre basada en GNU/Linux y con licencia GPL (*General Public License*) llamada Android.

A continuación detallaremos cada uno de ellos:

➤ **Android**



**Figura N° 2: Logo del OS Android**

*Fuente: <http://www.android.com/> (visitado: 21/08/2013)*

Android es un sistema operativo de Google basado en GNU/Linux diseñado originalmente para dispositivos móviles. Android fue un proyecto inicialmente desarrollado por la empresa Android Inc. la cual fue comprada por Google en el 2005, es así que en 2008 lanzan la primera versión de este sistema operativo. Las aplicaciones pueden ser escritas en una extensión de Java por medio del SDK y se ejecutan por medio de una máquina virtual Dalvik, también puedes ser escritas en lenguaje nativo C/C++ por medio del NDK (Meier, 2009).

Como Android se encuentra basado en software libre, cuenta con una gran cantidad de desarrolladores que se encuentran creando nuevas aplicaciones, para añadir más funcionalidades a los dispositivos.

A continuación se presentará una tabla con la información general del OS Android.:

**Tabla N° 2: Información del OS Android**

Última versión estable	Android 4.3 – Jelly Bean
Escrito en	C, C++, Java
Núcleo	Linux
Tipo de Núcleo	Monolítico
Licencia	Apache GNU GPL
Estado Actual	Activo
Idioma	Multilenguaje

*Fuente: <http://www.android.com/> (visitado: 21/08/2013)*

➤ **iOS**



**Figura N° 3: Logo del OS iOS**

*Fuente: <http://www.apple.com/la/> (visitado: 21/08/2013)*

iOS es el sistema operativo para dispositivo móviles de la empresa Apple. La primera versión de este iOS fue introducida en el 2007 en el dispositivo móvil iPhone. Las aplicaciones para este sistema operativo son desarrolladas en el lenguaje Objective-C por medio del SDK para iOS. A continuación se presentará una tabla con la información general del iOS.

**Tabla N° 3: Información del OS iOS**

Última versión estable	6.1.3
Escrito en	C, C++, Objective-C
Núcleo	Darwin BSD
Tipo de Núcleo	Núcleo Híbrido (XNU)
Licencia	APSL y Apple EULA
Estado Actual	Activo
Idioma	Multilinguaje

*Fuente: <http://www.apple.com/la/> (visitado: 21/08/2013)*

➤ **Blackberry OS**



**Figura N° 4: Logo del OS BlackBerry**

*Fuente: <http://global.blackberry.com/sites.html> (visitado: 21/08/2013)*

Blackberry OS es el sistema operativo de la empresa RIM (*Research In Motion*) y está destinado a dispositivos del mismo nombre que el sistema operativo, es decir Blackberry. Este sistema operativo se introdujo por primera vez en el mercado en 1999, en un pager de la marca RIM. Sin embargo no fue hasta 2002, que se lanzó un Smartphone con este sistema operativo. Las aplicaciones pueden ser desarrolladas tanto en Java para lo cual existe un SDK y en lenguaje nativo C/C++ para lo cual existe un Native SDK (<http://budbrain.hubpages.com/>).

A continuación se presentará una tabla con la información general del OS Blackberry:

**Tabla N° 4: Información del OS Blackberry**

Última versión estable	10
Escrito en	C/C++ Java
Núcleo	QNX
Tipo de Núcleo	Tiempo real micronucleo
Licencia	Propietaria
Estado Actual	Activo
Idioma	Multilinguaje

*Fuente: <http://global.blackberry.com/sites.html> (visitado: 21/08/2013)*

➤ **Windows Phone OS**



**Figura N° 5: Logo del OS Windows Phone**

*Fuente: <http://www.windowsphone.com/es-cl> (visitado: 21/08/2013)*

*Windows Phone OS*, es el sistema operativo para dispositivos móviles de la empresa Microsoft. Él es sucesor del sistema operativo *Windows Mobile OS*, sin embargo no es compatible con su predecesor. Este sistema operativo fue lanzado el 10 de setiembre de 2010 con el nombre de *Windows Phone 7*. Sus aplicaciones pueden desarrollarse en lenguaje nativo C/C++, así como en C# y XAML (ZDNET, 2012). A continuación se presentará una tabla con la información general del OS Windows Phone:

**Tabla N° 5: Información del OS Windows Phone**

Última versión estable	8
Escrito en	C/C++, C#
Tipo de Núcleo	Windows CE, Windows NT
Licencia	Microsoft (EULA)
Estado Actual	Activo
Idioma	Multilenguaje

*Fuente: <http://www.windowsphone.com/es-cl> (visitado: 21/08/2013)*

## **Compatibilidad de los sistemas operativos con los dispositivos móviles**

Es importante conocer la compatibilidad que tiene un sistema operativo con el hardware que posee el dispositivo móvil, para así aprovechar todas las potencialidades que tienen tanto los dispositivos móviles como un determinado sistema operativo.

A continuación, se presentan a los sistemas operativos objetos de nuestro estudio, con una lista de sus principales marcas de dispositivos móviles con los que actualmente son compatibles:

### ➤ **Android**

En la actualidad hay una amplia gama de marcas de dispositivos móviles que soportan Android, entre las que se destacan:

- Samsung.
- HTC.
- Motorola.
- Sony Ericsson.
- LG.

### ➤ **Blackberry**

Este sistema operativo es compatible solo con la gama de productos blackberry.

➤ **iOS**

Este sistema operativo es compatible solo con los diferentes dispositivos desarrollados por Apple como son:

- iPhone.
- iPod Touch
- iPad.

➤ **Windows Phone**

En el mercado se encuentran a disposición las siguientes marcas con sistema operativo Windows Phone:

- Samsung.
- LG.
- HTC.
- Hacer.
- Fujitsu.
- ZTE.
- Nokia.

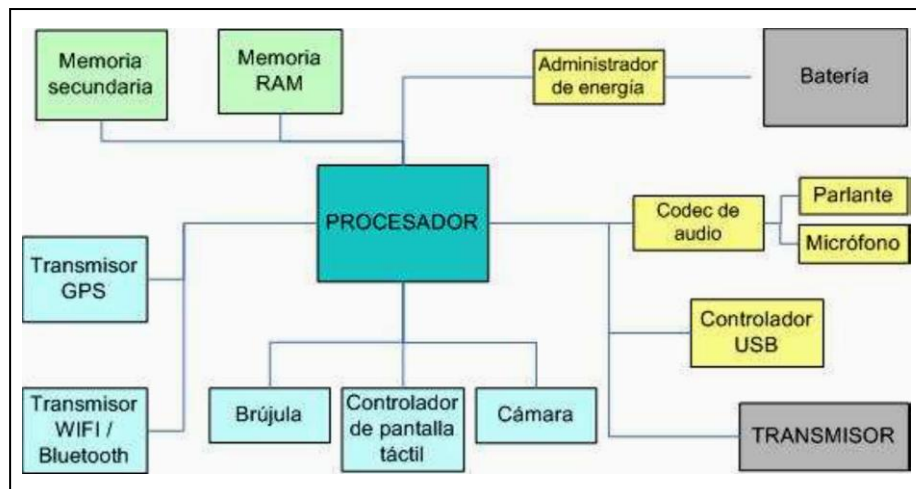
**Framework de Aplicaciones** es nuestra siguiente capa, la cual es el conjunto de procesos y tecnologías usados para resolver un problema complejo. Es el esqueleto sobre el cual varios objetos son integrados para facilitar una solución dada.

Continuando veremos las **Aplicaciones**; las cuales se generan en el Framework de Aplicaciones; estas podrían ser juegos, reproductores, cámara, etc. El mayor desafío al momento de implementar Aplicaciones es conocer las características y capacidades del dispositivo a la cual se vaya a instalar.

Y terminando con las capas nos encontramos con la de **Servicios**, que incluyen tareas como el acceso a Internet, el envío de un mensaje de texto, o ser capaz de obtener la ubicación exacta del lugar en donde se está; prácticamente es todo lo que el usuario está tratando de hacer al cual se le está dando una respuesta.

### **2.3.2 Arquitectura de Hardware**

Hoy día un dispositivo móvil ofrece un gran número de posibilidades, como si de una computadora se tratará. Todo esto combinado con una gran potencia de procesamiento y volumen de almacenamiento que permiten la ejecución no sólo de sencillas aplicaciones sino de aplicaciones realmente funcionales. Todo esto sin olvidar otras funcionalidades incorporadas a los móviles, como son el GPS, pantallas táctiles, cámaras de video, sensores, capacidades multimedia, etc.



**Figura N° 6: Arquitectura de hardware de un dispositivo móvil moderno**

*Fuente: Fling (2009)*

## 2.4 Realidad Aumentada

La realidad aumentada (RA) es una línea de investigación que trata de incluir información generada por computador sobre el mundo real. Esta definición difiere de la realidad virtual (RV), pues en la RV únicamente hay información virtual. Ambos campos se centran en proporcionar al usuario un entorno 3D inmersivo, aunque la RV se centra en proporcionar un entorno virtual para el usuario y la RA en alterar el mundo real con información virtual. El entorno que nos rodea es complejo y nos brinda información abundante que es difícil de interpretar y simular, es por ello que los ambientes creados con realidad virtual pueden llegar a ser simples y con falta de información del entorno que pretenden modelar. Una ventaja de la realidad aumentada es que ese entorno rico en

información no se altera, y en lugar de ello se amplía con conocimientos que retroalimentan la escena que se pretende representar.

Entonces se podría decir que la realidad aumentada es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a tiempo real. Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, añadir una parte sintética virtual a lo real; que es la principal diferencia con la realidad virtual, puesto que no sustituye la realidad física, sino que sobreimprime los datos informáticos al mundo real. Con la ayuda de la tecnología (por ejemplo, añadiendo la visión por computadora y reconocimiento de objetos) la información sobre el mundo real alrededor del usuario se convierte en interactiva y digital. La información artificial sobre el medio ambiente y los objetos pueden ser almacenados y recuperados como una capa de información en la parte superior de la visión del mundo real.

A continuación daremos algunos conceptos de Realidad Aumentada:

Caudell & Mizell (1992) definen a la RA como la capacidad de proyección o de combinación de gráficos o de texto con imágenes del mundo real, esta es una

característica de la realidad aumentada, de la misma forma Barfield, Rosenberg y Lotens en 1995 llegan a la misma definición. Feiner, MacIntyre, y Seligmann en 1993 se refieren a esta capacidad como "mejora de los conocimientos" del mundo.

Rekimoto (1997) a modo de ejemplo, nos comenta que un transmisor de infrarrojos se puede colocar en un objeto de interés y una vez detectada por un receptor de infrarrojos usado por una persona, la información sobre el objeto se puede acceder a través de una base de datos y proyectarla directamente sobre el objeto. Otros sistemas de sensores, tales como cámaras CCD (*charge-coupled device* o dispositivo de carga acoplada), utilizando técnicas de visión por computadora puede detectar los códigos de barras u otras características de un objeto lo que permite la misma funcionalidad o aumento del conocimiento.

Hay diferentes tipos de tecnologías de visualización portátil, que puede ser utilizada para combinar los objetos del mundo real con imágenes generadas por computadora para formar una escena aumentada. Los dos tipos principales de sistemas de pantallas de visualización de apoyo a las computadoras portátiles y de Realidad Aumentada se muestran a continuación.

- Los sistemas ópticos. Estos sistemas permiten al observador ver el mundo real directamente con uno o ambos ojos, utilizando gráficos por

computadora o superponer texto en el mundo real, a través de HMD o gafas con un sistema óptico.

- Los sistemas de vídeo. Estos sistemas se pueden utilizar para ver el video en vivo de las escenas del mundo real, junto con gráficos de computadora o el texto superpuesto. Además, utiliza visualización monocular (un ojo) o binocular (dos ojos). El video consiste en mostrar secuencia de imágenes a través de pantallas, las cámaras toman la secuencia de imágenes para capturar el video, para posteriormente mostrárselo al usuario. Utilizando técnicas de croma o luminancia, el equipo, mediante algoritmos, fusiona el vídeo con la imagen virtual para crear un entorno de Realidad Aumentada basada en video.

Hay dos definiciones comúnmente aceptadas de la Realidad Aumentada en la actualidad: Una de ellas fue dada por Ronald Azuma (1997), en donde él identifica tres características fundamentales para la RA y da su propia definición de un sistema de RA, sin estar determinada a un hardware específico:

- Un sistema de RA debe combinar realidad y virtualidad
- Un sistema de RA debe ser interactivo en tiempo real
- La registración debe ser en 3D

Mientras que Paul Milgram y Fumio Kishino (1994) en su investigación “Virtuality Continuum”, la describen como un continuo que abarca desde el entorno real a un entorno virtual puro (ver figura 7). En medio hay Realidad Aumentada (más cerca del entorno real) y Virtualidad Aumentada (está más cerca del entorno virtual).



**Figura N° 7: Continuo virtual de Milgram**

*Fuente: Milgram & Kishino (1994)*

#### **2.4.1 IEEE : Realidad Aumentada**

Las investigaciones en realidad aumentada tiene sus primeras aportaciones desde 1992 de acuerdo con los registros de la IEEE; a continuación se describen algunos proyectos, prototipos y aplicaciones en Realidad Aumentada.

En el documento llamado “La Realidad Aumentada: una aplicación sobre la tecnología de pantallas de visualización frontal para los procesos de fabricación manual” (*Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*) se pretende utilizar pantallas de visualización las cuales puedan ser operadas con el movimiento de la cabeza con el diseño y

creación de prototipos mediante la implementación de “*heads-up*” (pantalla de visualización frontal), “*see-through*” (ver a través de), “*head-mounted display*” (casco de visualización frontal), “HMDset” (set de herramientas para visualización).

Combinando los sistemas “HMD” con la detección de posición de la cabeza y un sistema de registro del mundo real, esta tecnología permite a la computadora establecer un diagrama que superpone y estabiliza en una posición específica un objeto del mundo real.

El desarrollo exitoso de la tecnología “HMDset” permitirá la reducción de costos y mejoras de la eficiencia en muchas de las operaciones humanas que intervienen en la fabricación de aeronaves, mediante la eliminación de las plantillas, diagramas, y otros dispositivos de enmascaramiento. El desarrollo de esta tecnología aun trae consigo problemas en el reconocimiento del movimiento de cabeza así como las coordenadas precisas de los objetos con los que se va a interactuar (Feiner, 1997).

“Mundos virtuales para la visualización de la información” (*Virtual worlds for visualizing information*) es un documento de Feiner S., en donde se crean mundos virtuales con entornos generados por computadora creados por muestra

de acoplamiento en 3D y dispositivos de interacción para estaciones de trabajo con gráficos de gran alcance.

Feiner comenta sobre el diseño de mundos virtuales que se están llevando a cabo por el equipo de *Columbia's Computer Graphics y User Interfaces Group Two*; de los temas principales de la investigación de este grupo son la explotación de una verdadera interacción en 3D y dispositivos de pantalla para visualizar y manipular los espacios ricos en información, además del uso de técnicas de inteligencia artificial para automatizar la generación de gráficos.

Los proyectos de discusión son: dirección de los mundos virtuales para la visualización de datos multivalentes, interfaces de usuario híbridos que combinan 2D y 3D, dispositivos de interacción y realidad aumentada en el que se anota un mundo circundante físico con gráficos en 3D basados en el conocimiento. La integración de realidades es evidente y la exploración en RA solo era hipotética puesto que el proyecto estaba en discusión (Caudell & Mizell, 1992).

“Realidad virtual y Realidad Aumentada en el diseño y fabricación de aeronaves” (*Virtual reality and augmented reality in aircraft design and manufacturing*) trabajo realizado por Mizell D.W, el autor está trabajando en dos proyectos de investigación en “*Boeing Computer Services*” que tienen que ver con

la tecnología de realidad virtual. La primera consiste en la importación de aeronaves de datos CAD en un entorno de realidad virtual. Las aplicaciones incluyen una amplia parte de las actividades de ingeniería y diseño, todo lo cual implica ser capaz de ver e interactuar con la geometría CAD como si uno estuviera dentro de una maqueta física real de la aeronave.

Con respecto a la tecnología que se exploró en el segundo proyecto como "Realidad Aumentada"; esto implica el uso de "*see-through head-mounted display*" (HMD) con una longitud focal óptica de 20 pulgadas, junto con la posición de "*VR-style*" sistema de orientación/detección. El área de aplicación previsto es en la manufactura: la superposición de diagramas o texto sobre la superficie de una pieza de trabajo y la estabilización de coordenadas determinadas, de modo que la información adecuada que necesita un trabajador de una fábrica para cada paso de una operación de fabricación o montaje aparece en la superficie de la pieza como si estuviera pintado en ella.

El problema más difícil de la Realidad Aumentada es el seguimiento del movimiento, posición a largo plazo y sistemas de detección de la orientación es por ello que no pueda funcionar en ambientes como una fábrica. Este requisito y otros dan lugar a algunos problemas computacionales interesantes, como usuario

de registro y detección de posición mediante el procesamiento de imágenes (Mizell, 1994).

El proyecto titulado “*Telerobot controlado con Realidad Aumentada*” (*Telerobotic control using augmented reality*) por Milgram, P. Rastogi, A. Grodski, J.J se propone una taxonomía para la clasificación de control humano mediado de los sistemas de manipulación a distancia, basado en tres dimensiones: el grado de autonomía de la máquina, el nivel de la estructura del medio ambiente a distancia, y el grado de conocimiento, o modelabilidad, del mundo remoto. Para ciertos ambientes no estructurados el modelo resulta ser un tanto difícil, un caso que se haga para la manipulación a distancia por medio del director y de control del agente, en lugar de telepresencia.

El conjunto de herramientas de Realidad Aumentada ARGOS que se presentan, como un medio para reunir información cuantitativa de entrada, de forma interactiva a la creación de un modelo parcial de un sitio de trabajo de forma remota en vista 3D. Esta información se utiliza para que la programación fuera de línea local por parte del manipulador, es decir, cuando el telerobot virtual esté listo, los comandos finales se transmitirán para su ejecución en el sistema de control mandando respuesta al operador de su posición (Milgram, 1995).

Por otro lado en el documento titulado “Dinámica de corrección de registro en los sistemas de video basados en la Realidad Aumentada” (*Dynamic registration correction in video-based augmented reality systems*) Bajura M., Neumann U., comienza a definir y pulir el concepto de RA: los sistemas de Realidad Aumentada permiten a los usuarios interactuar con objetos reales y generados por computadora, mostrando objetos 3D virtuales en el entorno natural de un usuario.

Las aplicaciones de esta potente herramienta de visualización incluyen una vista previa propuesta de los edificios en su entorno natural, interactuando con maquinaria pesada para los propósitos de la construcción o de formación de mantenimiento, y la visualización de los datos médicos de pacientes, tales como el ultrasonido. En todas estas aplicaciones, los objetos generados por computadora deben ser visualmente registradas con respecto a los objetos del mundo real en cada imagen que ve el usuario.

Si la aplicación no mantiene un registro preciso, los objetos generados por computadora pueden parecer que flotan en el ambiente natural del usuario, sin tener una determinada posición en el espacio 3D. EL error de registro parece ser el desplazamiento observado en la imagen entre las posiciones reales y el destino de los objetos virtuales (Bajura, 1995).

El problema de lograr ubicar los objetos de la realidad y mezclarlos con los virtuales se ha vuelto el principal problema es por eso que en la investigación llamada “Representaciones de objetos afines por detección de marcos para realidad aumentada” (*Affine object representations for calibration-free augmented reality*) trabajo realizado por Kutulakos, K.N. Vallino, J, se describe el diseño e implementación de un sistema de vídeo basado en Realidad Aumentada capaz de superponer tres objetos gráficos tridimensionales en video en vivo de entornos dinámicos. La característica clave del sistema es que está completamente descalibrado: no utiliza ningún tipo de información métrica sobre los parámetros de calibración de la cámara o la ubicación 3D ni en las dimensiones de los objetos del entorno.

El único requisito es la capacidad de Rastrear a través de marcos por lo menos cuatro puntos característicos, los cuales son especificados por el usuario en tiempo de inicialización del sistema y cuyas coordenadas del mundo son desconocidos. Este enfoque se basa en la siguiente observación: dado un conjunto de cuatro o más puntos 3D escalonados y la proyección de todos los puntos en el conjunto, se puede calcular como una combinación lineal de las proyecciones de sólo cuatro de los puntos.

Aprovechando esta observación: las líneas de seguimiento y fudicial points en la velocidad de fotogramas, la representación de objetos virtuales en una línea no euclidiana, contando con la continuidad en el marco de referencia que permite hacia la proyección una aproximación como una combinación lineal de la proyección de los fudicial points. Ahora ya no depende de realizar cálculos o reconocer todo el entorno ya que haciendo la detección de marcos, mediante el uso de puntos característicos es posible la incrustación de elementos en 3D (Kutulakos, 1996).

El sistema de detección de marcos dio un gran avance en el área de RA y en el documento “Adición de conocimiento a través de la animación en la realidad aumentada” (*Adding insight through animation in augmented reality*) Feiner, S., hace un análisis a la mayoría de los sistemas de realidad virtual que han sido publicados en los últimos diez años y revela que el uso del casco virtual bloquea al usuario del mundo real y la manera más eficaz de inmersión en un entorno de síntesis es la RA.

Feiner (1996) afirma que estos sistemas tienen un enorme potencial para ciertas aplicaciones que van desde juegos de video hasta la investigación científica. Por otra parte, cambia la creencia de que los mundos virtuales más

potentes y comunes en un futuro reemplazarán al mundo real, sino que lo aumentaran con información.

A este enfoque se le llama realidad aumentada y fue por primera vez con Ivan Sutherland, quien, hace más de un cuarto de siglo, desarrolló el primer casco virtual. Sutherland, cuando termino su sistema, presentaba gráficos al usuario en un par de pantallas estéreo, que el usuario llevaba en la cabeza. La imagen producida por la muestra se combinó con la opinión del usuario del mundo y divisores de haz de espejo. Su sistema de seguimiento 3D determinaba la posición y orientación de la cabeza del usuario. Esto permitió al sistema cambiar el punto de vista, basándose en la dirección en la que el usuario está enfocándose (Feiner, 1996).

Los avances en RA siguen con el proyecto “Un rastreador óptico para Realidad Aumentada y computadoras portátiles” (*An optical tracker for augmented reality and wearable computers*) Kim, D. Richards, S.W. Caudell, T.P que expone dentro de su documento que la realidad aumentada proporciona a trabajadores de fábrica y a personal laboral y contacto con la información visual superpuesta a la célula de trabajo para ayudar en el desempeño de sus tareas.

Esta aplicación de la tecnología de realidad virtual requiere una alta precisión, portabilidad, robusto mecánicamente y ligero de seguimiento en los sistemas que operan en un entorno muy ruidoso. En el documento se describe un prototipo de sistema de seguimiento en cabeza, actualmente en fase de desarrollo y pruebas, que se basa en un pequeño detector sin cristalino, de cuatro células, un conjunto de ubicación fija y balizas ópticas, que potencialmente pueden cumplir estos requisitos (Kim, 1997).

Thomas B., Demczuk V., Piekarski W., Hepworth D., Gunther B, desarrollan un sistema informático portátil con la Realidad Aumentada para apoyar la navegación terrestre (*“A wearable computer system with augmented reality to support terrestrial navigation”*) hasta la fecha la Realidad Aumentada normalmente se opera sólo en una pequeña área definida. Este documento informa la investigación sobre la expansión de Realidad Aumentada para ambientes al aire libre.

El proyecto consiste en proporcionar ayudas visuales para la navegación a los usuarios. Un sistema informático portátil con una pantalla, brújula digital y un GPS, herramientas que se utilizan para proporcionar señales visuales al realizar una tarea de orientación estándar. En el artículo se reportan los resultados de una serie de ensayos utilizando un equipo fuera de la plataforma portátil, equipado con

un paquete personalizado de construcción de software de navegación, llamado "mapa sombrero" (Thomas, 1998).

“Realidad Aumentada en telerobótica a través de Internet usando múltiples puntos de vista monoscópica” (*Augmented reality in Internet telerobotics using multiple monoscopic views*) Friz H., Elzer P., Dalton B., Taylor K., crean *Usher*, un interfaz de usuario para un telerobot de Internet que se ha desarrollado. En la interfaz se superponen varias imágenes monoscópicas (imágenes proporcionadas por un display en las que el usuario sólo dispone de entradas de profundidad monoculares) del medio ambiente del robot con una visualización de tres dimensiones con 5 grados de libertad. El operador arrastra los elementos de la visualización de imágenes a un dispositivo de señalización adicionales para obtener claves de profundidad, el tamaño de la medida, la ubicación y orientación de los objetos.

Friz H., Elzer P., Dalton B., Taylor K., describen el diseño de la interfaz desde la perspectiva de la interacción humano-computadora. El diseño de la interfaz de usuario ha sido desarrollado mediante la aplicación del enfoque ecológico de la percepción visual a una visualización de datos de los 5 grados de libertad. Esto lleva a una estructura simple similar a un palillo, que se puede utilizar para especificar una pose en el espacio 3D utilizando solamente

dispositivos de entrada de dos dimensiones. La interfaz de usuario se implementa como un applet de Java y se puede utilizar para controlar telerobot de Australia de la página web en <http://telerobot.mech.uwa.edu.au/> (Friz, 1998).

“Sistemas de Realidad Aumentada para aplicaciones médicas” (*Augmented reality systems for medical applications*) Son-Lik Tang, Chee-Keong Kwoh, Ming-Yeong Teo, Ng Wan-Sing y Keck-Voon Ling, aportan sobre la realidad aumentada aclarando que es una tecnología en la que se superpone una imagen generada por computadora en la visión del usuario del mundo real, dando al usuario información adicional generada por el modelo de computadora. Esta tecnología es diferente de la realidad virtual, en el que se sumerge al usuario en un mundo virtual generado por la computadora. Por el contrario, el sistema RA acerca el "mundo" de los usuarios al aumentar el entorno real con objetos virtuales. Usando un sistema de RA, la vista del usuario del mundo real es mayor. Esta mejora puede ser en forma de etiquetas, modelos en 3D prestados, o las modificaciones sombra.

Son-Lik Tang, Chee-Keong Kwoh, Ming-Yeong Teo, Ng Wan-Sing y Keck-Voon Ling revisan algunas de las investigaciones con los sistemas de RA, las configuraciones de sistema básicos, los enfoques de registro de la imagen y los problemas técnicos relacionados con la tecnología RA que son la luz y el grado de

calibración libre en el ambiente. También menciona algunos requisitos para un sistema de RA intervencionista, que puede ayudar a los cirujanos mediante la guía de un plan quirúrgico en un sistema aumentado (Tang. et. al, 1998).

El método de reconocimiento de *fudicial points* de Kutulakos K.N., Vallino J.R., agrega el uso de marcos para la orientación, en el documento “*Calibration-free augmented reality*” (Detección de marcos para la Realidad Aumentada) hasta ahora han tenido en cuenta los requisitos necesarios para la superposición de objetos gráficos en tres dimensiones sobre vídeo en directo.

Se describe un nuevo enfoque de la Realidad Aumentada de vídeo basado en que evita los requisitos que en 1992 se trazaron: no utiliza ningún tipo de información métrica sobre los parámetros de calibración de la cámara o la ubicación sobre las dimensiones de los objetos del entorno 3D. El único requisito es la capacidad de rastrear a través de marcos, al menos cuatro *fudicial points* que son especificados por el usuario durante la inicialización del sistema y cuyas coordenadas del mundo son desconocidos.

El enfoque de Kutulakos se basa en la siguiente observación: dado un conjunto de cuatro o más puntos no coplanares 3D, la proyección de todos los puntos en el conjunto se puede calcular como una combinación lineal de las

proyecciones de sólo cuatro de ellos. Aprovechando esta observación: las regiones de seguimiento y el color de los *fiducial points* en la velocidad de fotogramas, y que representan objetos virtuales en un no euclidiana, contado con la continuidad de referencia que permite su proyección, se calcula como una combinación lineal de la proyección de los *fiducial points*.

Los resultados experimentales en dos sistemas de Realidad Aumentada, basada en un monitor y una cabeza montada, demuestran que el enfoque es fácilmente realizable, impone un mínimo de requisitos de cómputo y hardware además de ejecutarse en tiempo real, incluye vídeo que se superpone incluso cuando los parámetros de la cámara varían dinámicamente (Kutulakos, 1998).

DiVerdi S., Nurmi D., Hollerer T., presenta el documento “Un marco genérico para las aplicaciones de interacción en entornos 3D y RA” originalmente llamado “*A framework for generic inter-application interaction for 3D AR environments*”. El *frame* o cuadro en español, se construye dentro de una ventana en torno a las herramientas ARToolKit. La interfaz ofrece a los usuarios un mecanismo visual simple para establecer comunicaciones entre las aplicaciones de un modo genérico.

La interfaz que ofrece DiVerdi S., Nurmi D., Hollerer T., está diseñada para facilitar el desarrollo y la máxima flexibilidad para el usuario final. El *frame* mostrará aplicaciones en 3D y sus interacciones en el *frame*, lo que demuestra las nuevas posibilidades creadas por las interfaces 3D. Se centra en clasificar las funciones de las aplicaciones de estas interacciones, que sirva para orientar el desarrollo. Finalmente, se discuten las posibilidades futuras de las aplicaciones e interacciones dentro de ese *frame* (DiVerdi, 2003).

Existen aportaciones importantes de la RA como lo es el software pero sobre este destacan los métodos y técnicas que se emplean para la misma, las cuales son diversas y cada una contiene su grado de complejidad, así como su lógica en cuanto a resolver la detección de formas e incrustar objetos a la realidad, en principio parece ser que la RA simple, pues a algunas personas no se les hace muy diferente a los efectos de cine o televisión, pero no es así la RA no es una tarea fácil los procesos que se necesitan son muy elevados computacionalmente hablando, además que a diferencia de la televisión o el cine no es video editado, sino que, se trata de integrar información adicional a la realidad sin la necesidad de algún editor o postproducción ya que todo se hace en tiempo real, pero aun con software con aportaciones importantes las aplicaciones son visualizadas en dispositivos externos, aunque los diversos componentes son necesarios, el efecto que logra la RA es muy impresionante a pesar la interacción con pantallas.

## 2.4.2 Aplicaciones

Los contextos de aplicación de RA van desde sistemas de navegación, a diseño de automóviles, desde medicina hasta entretenimiento y educación. Si bien la lista de aplicaciones es larga, exponemos los que hoy en día tienen más exploración y son viables a corto plazo:

- **Turismo y Patrimonio:** La RA permite, por ejemplo, visualizar monumentos o edificios en 3D, pudiendo ser recorridos e inspeccionados en detalle. También se puede aplicar en ambientes exteriores, mediante móviles, brindándole al usuario reconstrucciones virtuales de construcciones en ruinas, completando así los faltantes y mostrando en la pantalla el original en el entorno actual. También podemos añadir información adicional e interactiva a las propias construcciones. Por ejemplo, el dispositivo mostraría en la pantalla información adicional, imágenes del interior, audios explicativos, etc.
- **Marketing:** Mediante este tipo de sistemas, podríamos llevar cabo campañas publicitarias caracterizadas, interactivas e innovadoras.
- **Educación:** El campo educativo es un terreno cada vez más amplio para la RA. Se podría disponer de libros de texto como los que se usan hoy día, pero que sus páginas contengan marcadores concretos. Así, y a través del PC, se podría acceder vía Web a contenidos extra que proporciona la

tecnología: videos documentales, modelos 3D de del cuerpo humano, volúmenes y superficies matemáticas, etc.

- **Psiquiatría:** Si disponemos de un sistema de visualización subjetiva, la RA puede crear cualquier tipo de elemento alrededor del usuario de forma controlada.
- **Entretenimiento:** Lo más popular de este ámbito son los videojuegos. Ya se pueden disfrutar de varios que se comercializan actualmente en el mercado. A través de la televisión podemos ver como mascotas virtuales recorren el salón de casa.

La RA es identificada como una de las diez primeras nuevas tecnologías más importantes para el período 2008-2012 por Gartner Research (<http://www.gartner.com>) y se espera que sea utilizado por más del 30% de la fuerza de trabajo móvil para el año 2014. Gartner define la RA como una tecnología innovadora que causa un cambio importante en la forma aceptada de hacer las cosas, incluyendo modelos de negocio, procesos, flujos de ingresos, la dinámica de la industria y el comportamiento del consumidor.

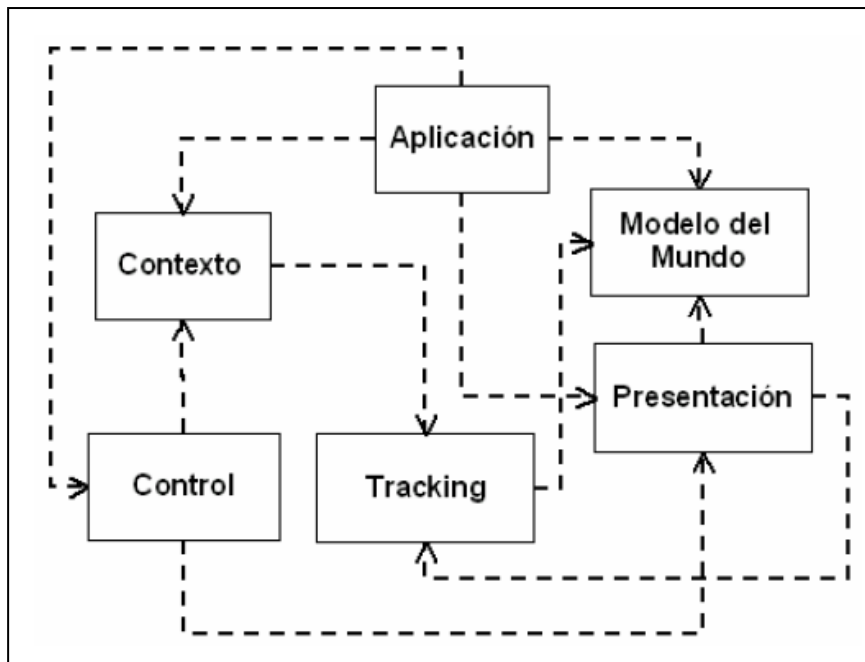
### **2.4.3 Funcionamiento**

Una amplia gama de tecnologías pueden ser utilizadas para implementar RA. Muchos de los primeros proyectos incluían un casco o un dispositivo similar

del campo de la visión, lo que corresponde con un objeto real o el espacio que el usuario está observando. Los dispositivos portátiles pueden utilizar las señales GPS para ofrecer a los usuarios datos adicionales del contexto, agregando medios audiovisuales, o datos basados en texto acerca de objetos o lugares.

La RA no es más que un archivo de texto o multimedia, pero también es una tecnología diseñada para "ver" un verdadero objeto o lugar y proporcionar al usuario información adecuada en el momento adecuado. Se ha diseñado para difuminar la línea entre la realidad que atraviesa el usuario y el contenido que ofrece la tecnología.

Brügge (2002), presentó un resumen de las arquitecturas de los mayores sistemas de software de RA. El estudio incluyó 18 arquitecturas y de allí se extrajo una arquitectura de referencia que contiene los componentes comunes de tales sistemas. El diagrama de componentes y dependencias es el siguiente:



**Figura N° 8: Arquitectura de Brügge**

*Fuente: Brügge (2002)*

Definimos brevemente cada componente a continuación.

- **Aplicación**: maneja la lógica y contenidos específicos del sistema.
- **Tracking**: determina la posición de los usuarios y objetos.
- **Control**: procesa las entradas para el usuario.
- **Presentación**: se encarga de la representación gráfica.
- **Contexto**: recoge diferentes datos de contexto.
- **Modelo del Mundo**: almacena información sobre los objetos virtuales y reales.

Para poder añadir información a una imagen es necesario saber qué hay en esa imagen. El ordenador puede intentar reconocer formas en la imagen capturada por la cámara (hoy en día el ordenador de un avión puede identificar otros aviones por la temperatura de sus motores, en este caso usando una cámara de infrarrojos) o puede presuponer lo que hay en la imagen a partir de las coordenadas y la dirección de la cámara. Esta última opción es la que usan la mayoría de las aplicaciones que se han hecho populares últimamente.

La RA es una tecnología utilizada desde hace años para usos tan diversos como marcar un fuera de juego en la televisación de partidos de fútbol, superponer esquemas eléctricos sobre los circuitos reales o mostrar a los pilotos de combate información sobre los objetivos que ven a través de su casco.

Estas primeras aplicaciones nombradas anteriormente nos permiten distinguir los dos tipos básicos de realidad aumentada:

- La basada en ciertos marcadores presentes en la escena a mostrar.
- La basada en la localización de la escena real a mostrar y la orientación de la cámara.

➤ **Realidad aumentada basada en marcadores**

La RA basada en marcadores encarna el trabajo de reconocer patrones, como puede ser un código de barras, QR o un símbolo, en la imagen de video que se recibe desde una cámara. Cuando se reconoce un patrón en particular, en su posición se superpone una imagen digital en la pantalla.

Este es el primer tipo de realidad aumentada, que tuvo sus orígenes en algo muy sencillo: etiquetas.



**Figura N° 9: Código de Barras 2D o QR**  
*Fuente: Elaboración propia*

El proceso de formación del objeto virtual en RA basada en marcadores es el siguiente:

1. La cámara filma el mundo real y manda las imágenes, en tiempo real, para que el software analice y determine la presencia de patrones para incluir objetos virtuales.

2. El software estará programado para crear determinados objetos virtuales dependiendo de la concordancia con patrones en la imagen que fue tomada por la cámara.
3. El aparato de salida, que puede ser un televisor o un monitor de computadora, o la pantalla de dispositivo móvil, exhibe el objeto virtual en sobre posición con el real, como si ambos fueran la misma escena.
4. Comúnmente, en muchas aplicaciones actuales, a los objetos virtuales se le agregan elementos para interactuar con ellos.

La complejidad en este tipo de RA suele ser el software, que mediante algoritmos de reconocimiento de imágenes debe determinar los patrones en la imagen captada. Para agilizar el proceso y permitir la interactividad, la cual requiere de gráficos en tiempo real, es conveniente que la correspondencia entre patrones, rasgos del contexto, y posición tridimensional y la perspectiva de la impresión de los objetos virtuales, sea preparada con anticipación. Esto es, debemos contar con una base de datos y un algoritmo eficiente para evitar muchos cálculos en tiempo de ejecución.

➤ **Realidad aumentada basada en localización.**

Sabemos que una de las maneras más populares en que las personas interactúan con la RA es a través de aplicaciones móviles basadas en localización. Con solo sostener un teléfono en nuestro campo de visión, podemos visualizar puntos de interés cercanos gracias a la información tomada a través de varios sensores del dispositivo móvil, entre ellos el GPS y brújula de orientación. Debido a las limitaciones del GPS, sin embargo, este tipo de experiencia es más difícil de reproducir en un espacio interior que en el exterior.

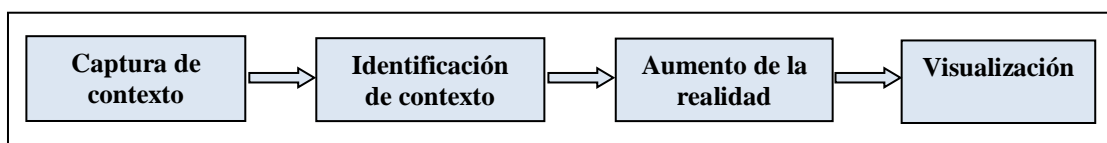
Es importante señalar que la orientación en este tipo de RA no trabaja con los objetos captados de la cámara para identificar su naturaleza. La dificultad para todo se reduce a la adquisición de tres dimensiones LLA (estructura básica compuesta por: latitud, longitud y altitud) y su comparación y alineación con las referencias que el sistema tenga almacenadas. Lo que necesitamos es una técnica que rápidamente puede comparar la posición y orientación actual con las estructuras almacenadas, para así minimizar la latencia.

#### 2.4.4 Arquitectura del sistema de realidad aumentada

Podemos expresar hasta ahora, que en cualquier sistema de realidad aumentada se requieren dispositivos que identifiquen el escenario real y lo clasifiquen así como que visualicen tanto entorno real como información digital.

La tecnología RA aprovecha las tecnologías derivadas de la visualización para construir aplicaciones y contenidos con las cualidades que estas áreas han madurado en las últimas décadas. Del procesamiento de imágenes toma la cualidad de resaltar aspectos en las imágenes captadas por la cámara de video (posiciones tridimensionales, patrones fiduciaros para el reconocimiento, etc.). De los gráficos por computadora toma la síntesis de objetos tridimensionales y sus transformaciones.

Según Choudary & Charvillat (2009), en todo sistema de RA son necesarias cuatro tareas principales para poder llevar a cabo el “aumento” de la realidad, básicamente son: (1) Captura de contexto; (2) Identificación de contexto; (3) Aumento de la realidad; y (4) Visualización.



**Fig. 10: Tareas Principales de la Realidad Aumentada**

*Fuente: Choudary & Charvillat (2009)*

Describimos a continuación las cuatro tareas necesarias que están presentes en cualquier sistema de RA.

- **Captura de contexto.** Una de las tareas más significativas en todo sistema de RA es la de identificar la escena que se quiere aumentar. En el caso de los sistemas que utilicen reconocimiento visual, es indispensable disponer de algún mecanismo que permite tomar la escena para luego ser procesada. Entonces en general se inicia con el registro de las señales del mundo real (generalmente video, aunque bien pudiera ser audio).

Los dispositivos de captura de imágenes son dispositivos físicos que recogen la realidad para luego esta poder ser aumentada. Básicamente, estos dispositivos se agrupan en dos grupos:

- Dispositivos see-through: estos dispositivos realizan simultáneamente la tarea de capturar la escena real como la de mostrar la información aumentada al usuario. Estos dispositivos acostumbran a trabajar en tiempo real, haciéndolos no sólo más costosos en presupuesto sino también en complejidad. Dentro de este grupo encontramos aquellos dispositivos conocidos como head-mounted. Sabemos que estos dispositivos see-through llevan años

siendo utilizados, por ejemplo, en los Head Up Displays (HUDs) utilizados por los aviones de combate para visualizar información sobre altura, velocidad, identificación de objetivos, y otros datos sin necesidad de retirar la vista de la zona frontal de la cabina.

- Dispositivos video-through: dentro de este grupo encontramos los dispositivos donde el módulo que realiza la captura de video es independiente al módulo de visualización. En este se encontrarían las cámaras de video o los terminales móviles.

➤ **Identificación de Contexto.** Aparte de la tecnología de captura de imagen, el más importante desafío tecnológico en RA en general es el seguimiento y registro.

Los sistemas RA requieren mucha precisión en la posición exacta y el seguimiento de la orientación para la alineación, o registro, de información virtual con los objetos reales que deben ser aumentados. En el caso de dispositivos móviles en general, no se puede esperar contar con el seguimiento de cualquier tipo de las infraestructuras en el medio ambiente. En estas circunstancias, no existe actualmente una solución de seguimiento perfecto, ni podemos esperar encontrarla en un futuro próximo. Aun así, la

tecnología de seguimiento ha mejorado constantemente desde los primeros días de la RA.

**Seguimiento.** El seguimiento se puede lograr con una variedad de diferentes tecnologías que se basan en diferentes principios físicos: Mecánico, magnético, los enfoques de seguimiento acústicos y ópticos. No todas las aplicaciones de RA requieren un seguimiento preciso. Las aplicaciones modernas, como las que emplean los teléfonos celulares, sólo necesita preocuparse por la alineación de contenido virtual con la captura de imagen desde la cámara de la escena.

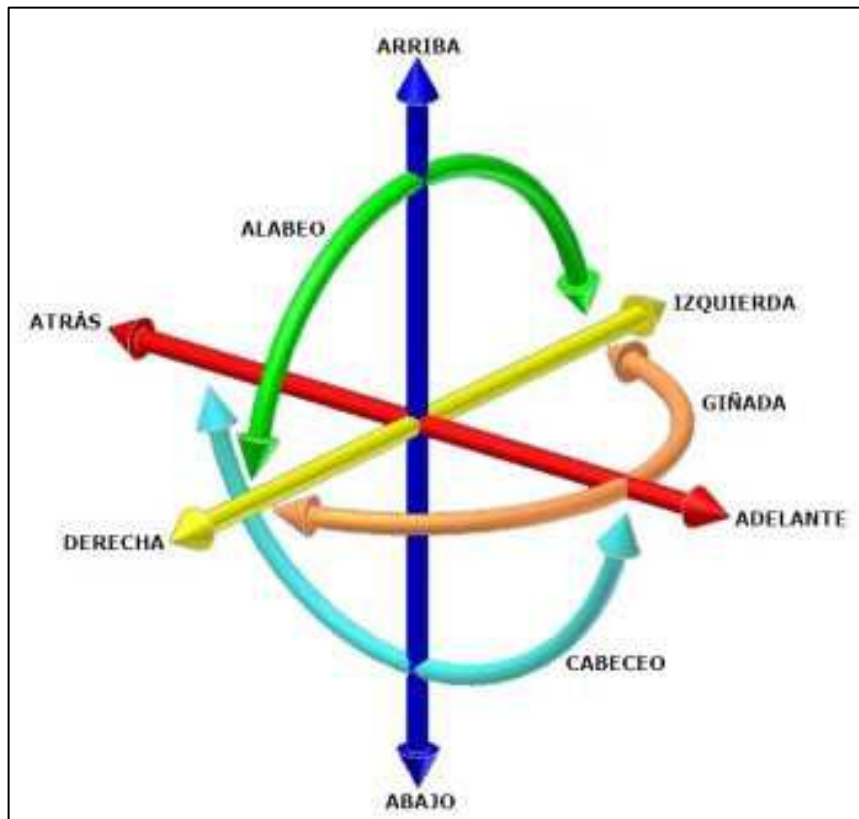
Los dispositivos empleados para enfrentar este problema son:

- **Sensores:** Se hace uso de dispositivos de hardware de corto alcance que permiten determinar una ubicación en el espacio. Existen sensores ópticos (infrarrojos), magnéticos y de movimiento.
- **Visión de máquina:** Se hace uso de una combinación de hardware y software para identificar objetos o patrones y calcular su distancia respecto al observador. Por ejemplo se puede usar una cámara de video para identificar un libro real y dibujar sobre éste un texto virtual.

- Sistemas a campo abierto: Para aplicaciones de realidad aumentada en campo abierto se usa el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para determinar la posición del usuario.

### ***Método 6DOF***

Un método común, ampliamente utilizado, consiste en determinar la posición de un objeto en algún sistema de coordenadas mundial, y se lo refiere a un modelo informático del entorno actual. La determinación de la posición y orientación de un objeto se refiere a menudo como una posición de “seis grados de libertad” (6DOF, del acrónimo "*Six degrees of freedom*") de seguimiento, para los seis parámetros detectados: la posición en X, Y, Z, y la orientación angular de guiñada, cabeceo y alabeo.



**Figura N° 11: Movimiento en 6DOF**

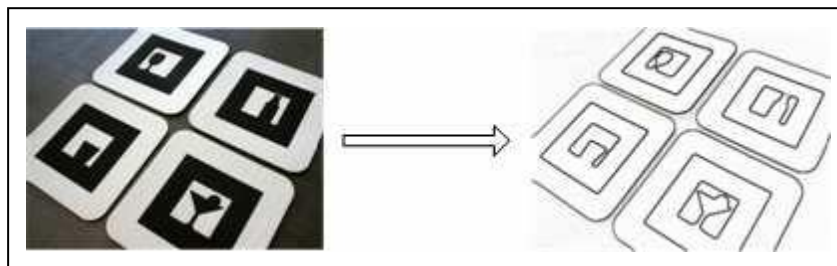
*Fuente: Choudary & Charvillat (2009)*

Antes de describir las técnicas de posicionamiento y seguimiento, indicamos que no existe una técnica general para todos los sistemas de realidad aumentada, sino que los requisitos dependen estrictamente de las necesidades del sistema.

La posición absoluta y la orientación de la visión del usuario y los objetos físicos no necesariamente tienen que ser conocidas. En uno de los más

directos enfoques de la identificación del contexto, se analiza la captura de video en busca de puntos de referencia específicos (por ejemplo, marcadores artificiales) en el medio. Si se detectan dichos marcadores en la imagen, las anotaciones virtuales pueden ser directamente insertadas en coordenadas de píxeles sin tener que establecer la exacta relación geométrica entre el marcador y la cámara. La utilización de marcadores ha sido en muchas ocasiones el enfoque más clásico a fin de saber con exactitud la posición de la cámara.

En primer lugar los puntos de interés, o marcadores fiduciaros se detectan desde las imágenes de la cámara. Esta etapa utiliza algoritmos populares en el tratamiento de imágenes, como *Corner detection*, *Blob detection* o *Thresholding* u otros filtros de procesamiento para imágenes que nos permitan detectar patrones en ella.



**Figura N° 12: Filtro *corner* sobre imagen con marcadores 2D**

*Fuente: Choudary & Charvillat (2009)*

Si no utilizamos marcadores para reconocer el contexto, el uso de dispositivos externos como el GPS y la brújula digital resultan indispensables con tal de que los objetos de la escena guarden una coherencia visual para quien esté visualizando la escena captada en la captura de vídeo. Si la ubicación exacta de los puntos de referencia en el medio ambiente son conocidos, las técnicas de visión por computador se pueden utilizar para estimar lo que cámara esta capturando.

Con el uso de dispositivos con cámaras montadas junto a la pantalla, el reconocimiento se refiere a veces como “seguimiento de circuito cerrado”, en los que la exactitud del seguimiento se puede corregir con una precisión de píxeles, si la imagen de la cámara y la pantalla de gráficos coinciden. Esto está en contraste con el seguimiento a campo abierto basado en localización, que trata de alinear las anotaciones virtuales con los objetos físicos en el mundo real basándose únicamente en la actitud 6DOF detectada de la persona y el modelo informático que se conoce del medio ambiente.

Cualquier error en el dispositivo de localización o del modelo geométrico hará que la anotación este ligeramente desviada de su posición prevista en relación con la física mundo. La precisión en el seguimiento necesario para RA depende mucho de la aplicación y de la distancia a los objetos

detectados. Si estamos registrando datos de edificios a la distancia, podemos permitirse un error de registro. Cuando se trata de determinar la ubicación exacta de una ventana en particular, tenemos que ser más precisos. Dado que no existen sensores independientes para determinar coordenadas 6DOF confiables en ambientes al aire libre, los sistemas móviles de RA normalmente recurren a métodos híbridos, que emplean mecanismos independientes para determinar la posición y el seguimiento de la orientación. El seguimiento de la posición vía GPS es un candidato natural para los ambientes al aire libre, ya que es funcional a nivel mundial, siempre y cuando se esté en ambientes a cielo abierto.

### ***Técnicas de seguimiento híbridas***

Existen otros tipos de técnicas para determinar el seguimiento de la posición. Las mencionamos a continuación:

- Existe una tecnología basada en la red satelital GPS, el GPS asistido - conocido A-GPS. La tecnología se las arregla para eludir la restricción de las zonas que no permiten una visibilidad directa con los satélites. A-GPS utiliza una referencia a red mundial de estaciones de base para la emisión de la señal terrestre. En combinación con un gran número paralelos de circuitos correlación la recepción del receptor GPS móvil

puede extender a mucho más allá de áreas descubiertas, tales como cañones urbanos y ambientes interiores en los que la señal sea lo suficientemente fuerte.

- La red de telefonía móvil permite determinar, con cierto grado de precisión, la posición de cualquier dispositivo móvil conectado a la red GSM. El funcionamiento es muy sencillo, ya que básicamente se trata del establecimiento de una triangulación del teléfono celular en base a su posición actual en el planeta. La tecnología es eficiente y está disponible en cualquier lugar cubierto por servicio GSM, aunque su precisión no lo hace confiable, ya que varía entre 50 - 500 metros y en áreas rurales el error puede llegar a los 2000 metros.
- Otro sistema de seguimiento de la posición en áreas amplias consiste en calcular la ubicación de un dispositivo a partir de la calidad de la señal de red inalámbrica 802.11b, Wi-Fi. Obviamente, esto también requiere el despliegue de puntos de acceso en el medio ambiente. Pero en interiores o contexto sin señal GPS, este sistema de posicionamiento puede servir como un beneficio adicional. La resolución a alcanzar depende de la densidad de puntos de acceso desplegados para formar la red inalámbrica.
- Dos medios adicionales para determinar la posición, a menudo son empleados en el marco de los sistemas de seguimiento de híbridos: los

sensores inerciales y la visión basada en enfoques. Acelerómetros y giroscopios son sensores inerciales autónomos o sin origen. Su principal problema es la deriva, por lo tanto, en la práctica, esta aproximación a la estimación de la posición sólo puede ser empleada por periodos de tiempo muy pequeños (generalmente, entre las actualizaciones obtenida de una fuente más fiable).

- En investigación, existen modelos basados en técnicas visión. Estos requieren un modelo preciso del contexto con puntos de referencia conocidos que se pueden reconocer en la imagen de video que se captura. La reconstrucción simultánea del movimiento de la cámara y la geometría de la escena es posible, pero tales cálculos son computacionalmente muy costosos.
- Otro método poco extendido es la tecnología de identificación por radio frecuencia. A través de lectores RFID en los dispositivos y marcas colocadas en el medio ambiente.
- Otra alternativa, más sencilla y que no requiere hardware especial, es recuperar el contenido a través de las cámaras en los dispositivos. Un ejemplo sencillo sobre este tipo de sistema de seguimiento son los llamados códigos QR. Aunque poco utilizados, son una buena alternativa para seguimiento en interiores.

El seguimiento de orientación también se beneficia en gran medida de los enfoques híbridos. La base de las tecnologías disponibles para la orientación de detección son brújulas electromagnéticas (Detectores de metales), sensores de inclinación gravitacional (inclinómetros), y giroscopios (Mecánicos y ópticos).

Por el momento, los híbridos de seguimiento basado en visión y otras tecnologías de detección muestran el resultado de la mayor promesa. Estas soluciones híbridas se han desarrollado tanto en productos comerciales como en prototipos de investigación.

En resumen, el problema del seguimiento de una persona para aplicaciones móviles de RA en general es un problema difícil sin una única y mejor solución. Los enfoques de seguimiento híbridos son actualmente la forma más prometedora para hacer frente a las dificultades que plantea por lo general la RA en ambientes interiores y exteriores.

- **Aumento de la Realidad.** Una vez que se haya identificado el contexto a aumentar, la siguiente tarea que tiene lugar en los sistemas de RA es de superponer la información virtual sobre la escena real capturada. Como mencionamos anteriormente, esta información u objetos virtuales de

aumento pueden ser tanto de tipo visual como auditivo o táctil, lo que por lo general, en la mayoría de sistemas de RA sólo ofrecen tipos de aumentos visuales. Podríamos definir esto como el segundo de los requerimientos prioritarios de una aplicación RA: el registro de su contenido virtual en relación con los objetos del mundo real.

En aplicaciones de RA visual, el primer concepto que hay que diferenciar es el tipo de objetos que se quiere agregar. Aquí podemos distinguir entre dos tipos básicos de información: 2D y 3D. En los sistemas de RA, excepto en aquellos que utilizan hologramas tridimensionales o técnicas similares, los dispositivos de visualización son de dos dimensiones (pantallas de ordenadores, teléfonos móviles, etc.). Esta limitación nos puede hacer pensar que sólo es posible representar información en 2D y, aunque esto es cierto, es posible simular la sensación de tridimensionalidad en un plano 2D. Para realizar la conversión de una imagen en 3D al plano bidimensional se suele utilizar la técnica de proyección de perspectiva (o proyección de puntos). Esta consiste en simular la forma en que recibimos la información visual por medio de la luz y cómo nos puede dar la sensación 3D. Este proceso consiste en la colocación de dos imágenes bidimensionales captadas desde distintos ángulos, dando la sensación de profundidad (que en realidad no existe) en imágenes 2D.

Retomemos la principal actividad de esta tarea: aumentar la realidad significa sintetizar y representar en tiempo real cualquier objeto dentro del sistema de RA. Para ello, podemos hacer uso de algún motor de representación gráfica especializado para RA o incluso si se quiere tener un mayor control sobre el registro, utilizar alguna librería gráfica de bajo nivel. Estos motores gráficos y librerías varían en cuanto a que plataforma móvil estemos hablando, aunque algunas están disponibles en varias de las más populares.

A continuación detallaremos algunas de los motores de representación más populares para RA.

**ARToolkit**: Es un motor que nos ayuda en la creación de aplicaciones de RA basada en marcadores. Utiliza los parámetros de seguimiento de vídeo, con el fin de calcular la posición de la cámara y la orientación relativa a los marcadores detectados. Una vez que la posición de la cámara se sabe, y en presencia de un marcador reconocido, modelos 2D o 3D son superpuestos exactamente sobre el marcador real. Existen varias variantes de ARToolkit, y esta portada a varias plataformas (entre ellas Android) que lo hacen el motor más popular en su especialidad.

**iPhone ARKit:** Es una biblioteca de interfaz de usuario para la visualización de los datos de localización basados en sistemas de coordenadas esféricas utilizando la interfaz de usuario de la SDK de iPhone. El tipo de realidad aumentada que abastece a ARKit es la superposición de la información a través de una vista de cámara.

Existe también una versión portada a Android, denominada AndroidARKit.

La diferencia entre un motor de representación y una librería grafica son las facilidades que brindan. Una librería grafica sólo se encarga de la representación en sí, una “Enghien” proporciona una serie de utilidades adicionales que podrían resultar deseables. Estas utilidades tienen que ver con la carga, conversión, optimización y texturizado de objetos 3D. Detallaremos a continuación algunas de las librerías graficas más populares para:

***OpenGL:*** Es un estándar que define una API multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones para producir y consumir gráficos en 2D y 3D. La librería sustenta la capacidad gráfica de los dispositivos. OpenGL maneja gráficos en 3D y permite utilizar, en caso de que esté disponible en el propio

dispositivo móvil, el hardware encargado de proporcionar gráficos 3D.

Existe una variante simplificada, OpenGL ES, que está disponible para varias de las plataformas móviles, incluyendo Symbian, Android e iPhone.

**WMGL:** Es una biblioteca gráfica desarrollada para dispositivos con Windows Phone. Proporciona fácil utilización de interfaces para la mezcla y representación, además de varios efectos 3D.

**Problemas de Registro.** Uno de los problemas básicos que actualmente limita a las aplicaciones de RA es el problema de registro. Los objetos virtuales insertados debe estar alineados con el mundo real, o la ilusión de que coexisten dos mundos se verá comprometida. Muchas aplicaciones tienen demanda de registro exacto. Por ejemplo, aplicaciones en el ámbito de la medicina.

Como un medio interactivo, en la RA es difícil trabajar con estos errores, pues no se puede controlar los movimientos del usuario. El usuario se mueve cuando quiere, y el sistema debe responder dentro de decenas de

milisegundos. Los errores de registro son difíciles de controlar de forma adecuada debido a los requisitos de alta precisión y las numerosas fuentes de error. Estas fuentes de error se puede dividir en dos tipos: estática y dinámica.

Los errores estáticos son los que causan los errores de registro, incluso cuando el usuario y los objetos en el contexto permanecen completamente inmóviles. Los errores dinámicos son los que no tienen efecto hasta que el punto de vista o los objetos comienzan a moverse. Para los actuales sistemas de RA, los errores dinámicos son, por mucho, los mayores contribuyentes a los errores de registro, pero tampoco podemos ignorar los errores estáticos.

Las principales fuentes de errores estáticos son: Distorsión óptica, errores en el sistema de seguimiento, y parámetros de visualización incorrectos (campo de visión, la posición de seguimiento a los ojos y la orientación). Los errores dinámicos se producen debido a los retrasos del sistema. El retraso del sistema se define como la diferencia de tiempo entre el momento en que se obtienen las medidas del sistema de seguimiento y orientación del punto de vista hasta el momento en que las imágenes generadas correspondiente a la posición y orientación aparecen en pantalla. Estos retrasos existen porque cada componente de un sistema de RA requiere cierto tiempo para hacer su

trabajo. Retrasos de 100ms son bastante típicos en los sistemas existentes, aunque sistemas más simples pueden tener menos retraso.

- **Visualización.** Nos referimos a visualización como el resultado de combinar objetos reales y virtuales y como se le presentan al usuario. Dividiremos esta sección de dos partes, distinguiendo los dispositivos empleados para la visualización para luego terminar describiendo los diferentes modos de presentar la información en el dispositivo de salida, tarea que se le atribuye la mayor parte del trabajo al software del sistema.

Actualmente la RA visual se logra con el uso de dispositivos de visualización similares a los de RV. Existen tres técnicas principales para implementar la visualización en RA:

1. Head Mounted Displays (HDM)
2. Handheld Displays
3. Spatial Displays

- **Head Mounted Displays.** Un *Head-mounted Display* o HMD es un dispositivo de visualización similar a un casco, que permite reproducir imágenes creadas por ordenador sobre un “*display*” muy cercano a

los ojos. Son en su mayoría empleados para permitir al usuario ver el mundo real donde objetos virtuales se superponen a los medios ópticos o tecnologías de vídeo. Fundamentalmente es dividida en dos categorías: “ver a través de óptica” (OST) y “ver a través de video” (VST):

- ✓ OST son los que permiten al usuario a ver el mundo real con sus ojos y las superposiciones virtuales se realizan mediante el uso de un elemento óptico holográfico o tecnología similar. La principal ventaja de las pantallas OST es que ofrecen una vista superior de la escena real, incluyendo una vista natural e instantánea de la escena real.
- ✓ VST son aquellos en los que el usuario tiene una visión de vídeo del mundo real con gráficos superpuestos sobre la imagen en pantalla. Las ventajas de VST incluyen la coherencia entre los puntos de vista real y virtual, y la disponibilidad de técnicas de procesamiento de imagen como la corrección de la intensidad y el matiz, y permite el control de relación de mezcla (Kiyokawa, 2008). Por lo tanto, VST puede manejar problemas de oclusión más fácilmente en comparación con OST debido a las varias técnicas de procesamiento de imágenes.

- *Handheld Displays*. Los dispositivos de mano son una buena alternativa a la HDM para aplicaciones de RA, en particular debido a que son mínimamente invasivos, socialmente aceptables, están fácilmente disponibles y son muy móviles. En la actualidad, existen varios tipos de dispositivos de mano que pueden ser utilizados para una plataforma móvil de RA: Tablet PCs, notebooks, celulares (teléfonos inteligentes y PDA. Dispone de sensores portátiles como brújulas digitales y GPS para las unidades de seguimiento.
- *Spatial Displays*. En lugar de que el usuario use o lleve consigo la pantalla como HMD o dispositivos de mano, la realidad aumentada espacial (SAR), hace uso de proyectores digitales para mostrar información gráfica sobre los objetos físicos. La diferencia clave en el SAR es que la pantalla está separada de los usuarios del sistema. Debido a que la mezcla no está asociada con cada usuario, naturalmente permite la colaboración entre los usuarios. Esto lo hace un buen candidato para el trabajo colaborativo en aplicaciones de RA, ya que un sistema puede ser utilizado por varios usuarios al mismo tiempo, sin tener que utilizar estos dispositivos independientes.

**Dispositivos de Entrada.** En relación con los dispositivos de salida, son necesarios dispositivos de entrada efectivos para permitir al usuario interactuar sin problemas con el texto o las imágenes virtuales que se le presentan. Los dispositivos de entrada que se han desarrollado para el uso con los sistemas informáticos portátiles son muy diversos y cambiantes para dar cabida a las necesidades del usuario. El reciente crecimiento en la popularidad de los dispositivos portátiles ha provocado un creciente interés en el diseño y evaluación de los dispositivos de entrada.

En el entorno del mundo real, el usuario está a menudo usando una o ambas manos para realizar una tarea, por lo tanto, los dispositivos de entrada utilizados en ordenadores portátiles deben ser diseñados con este requisito en mente. Para la entrada de datos o la introducción de texto, teclados montados sobre el cuerpo, software de reconocimiento de voz, o teclados portátiles son de uso frecuente.

Los dispositivos de entrada como teclados portátiles, teclados en la muñeca, o incluso los métodos de entrada de los teléfonos celulares de hoy día son eficientes para el usuario cuando no es requisito para la tarea el disponer de las manos libres.

### **2.4.5 Realidad Aumentada en dispositivos móviles**

Los dispositivos móviles con cámara son los responsables de la popularidad actual de las aplicaciones RA. Todo lo que se necesita es un ordenador (y todos los dispositivos móviles modernos son ordenadores) y una cámara. Con esto bastaría para desarrollar aplicaciones de RA basadas en marcadores. Pero lo que realmente ha hecho popular a este tipo de aplicaciones son tres pequeños chips que incorporan la mayoría de dispositivos de gama alta: el GPS, el magnetómetro y el acelerómetro.

- El GPS es una tecnología disponible desde hace años, cuyos dispositivos han disminuido tanto su tamaño y consumo que pueden ser integrados dentro de los teléfonos móviles.
- El magnetómetro permite detectar campos magnéticos, y por lo tanto puede ser utilizado como brújula.
- El acelerómetro mide las aceleraciones a las que es sometido el dispositivo.

La llegada de GPS, brújulas electrónicas, banda ancha móvil y la alta capacidad computacional de los dispositivos, han convertido a los celulares en el perfecto campo de juego para las aplicaciones de RA.

La realidad aumentada, especialmente cuando se combina con los dispositivos móviles y teléfonos inteligentes, tiene aplicaciones en casi todas las industrias y puede revolucionar la publicidad, el entretenimiento, la educación, el ejército y los servicios de emergencia, la arquitectura, la medicina, la manufactura, los negocios, las conferencias, la navegación y el turismo.

Las primeras aplicaciones de RA se basan en las PC de mesa estática con cámaras fijas o HMD, con computadoras portátiles incorporadas. Si bien las configuraciones proporcionaban un alto rendimiento y generalmente dejaban las manos libres, estas soluciones también presentaban varios inconvenientes (altos costos, atractivo social bajo y limitaciones a la destreza en los usuarios), que les impedían llegar a un amplio público de usuarios no técnicos.

Los dispositivos móviles han crecido recientemente en el poder de computación y en el procesamiento de gráficos 3D, sobre todo gracias a la introducción de procesadores de gráficos integrados, y además integrando las últimas cámaras y capacidades inalámbricas.

### **Limitaciones móviles**

Si bien en los enfoques iniciales era necesario el apoyo de hardware con más capacidad de cómputo debido precisamente a la baja capacidad de cómputo

disponible en los viejos dispositivos, los avances de hardware han permitido un uso de dispositivos portátiles como plataformas de RA independientes.

A pesar de las capacidades de movilidad y el potente hardware de estos dispositivos, estos tienen también algunas desventajas inherentes:

- Aunque los nuevos dispositivos disponen de hardware integrado para la aceleración 3D, los altos consumos de energía imposibilitan que puedan compararse con la calidad gráfica que alcanza el hardware de escritorio.
- Estos dispositivos portátiles no suelen estar equipados con una unidad de procesamiento de punto flotante, y por lo tanto, sólo son capaces de realizar cálculos de punto fijo en el hardware, mientras que los cálculos de punto flotante se emulan en programas (lo que lo hace más lento). Esto hace prácticamente imposible utilizar algoritmos fuertemente basados en cálculos.
- Otro factor es el tamaño de la pantalla y el reducido campo de visión que limitan la interacción con el usuario. La técnica más utilizada por los usuarios es la denominada lente mágica. Al adoptar el enfoque de la lente mágica, el dispositivo se está empleando como una lente para aumentar una parte del mundo real. Una de las principales particulares de este enfoque es que son necesarios varios movimientos con la cámara.

## **Aplicaciones para móviles**

La RA se perfila para ser el "próximo gran avance tecnológico" en los dispositivos móviles. Las aplicaciones de RA muestran otra capa de información sobre la base del mundo real. Muchas aplicaciones utilizan la información superpuesta en la vista de la cámara a la par de información superpuesta en el mapa. Ser capaz de mirar a un lugar conocido con "nuevos ojos" es simplemente estupendo, y esto parece imaginar lo grande que puede convertirse en el futuro.

La RA tiene innumerables aplicaciones, algunas hasta hace poco solo posibles en las películas de ciencia ficción, pero que ya son realidad. Un ejemplo es el uso de esta tecnología en proyectos educativos, como museos o centros de visitantes.

Se emplean conexiones inalámbricas con el objeto de mostrar objetos en tres dimensiones, por ejemplo, una pieza arqueológica, una planta o un animal, como un dinosaurio; también se emplea en la reconstrucción de paisajes en ruinas, mostrando el aspecto que debieron tener en el pasado; incluso, se pueden mostrar escenarios completos en los que el usuario pueda interactuar con los diferentes elementos en tres dimensiones.

Desde hace un tiempo, se ha comenzado a ver cada vez más la utilización de la RA en el área de educación. Actualmente está entre las seis tecnologías emergentes capaces de revolucionar la educación superior en Iberoamérica, según el Informe Horizon 2010.

Si bien es cierto que esta tecnología no es nueva, no ha sido hasta los últimos años que hemos podido ver y utilizar ejemplos de implementación de diferentes ámbitos de la sociedad, como es el caso de las áreas técnico-industriales, militar y del marketing. Otros sectores, como el de la educación, no han estado ajenos a las capacidades de la RA, aunque sus proyectos no estén más que en tubos de ensayo.

A continuación expondremos los proyectos de RA más populares que podemos encontrar en las plataformas móviles con el fin de exponer las arquitecturas y componentes empleados y su funcionalidad.

### **Layar**

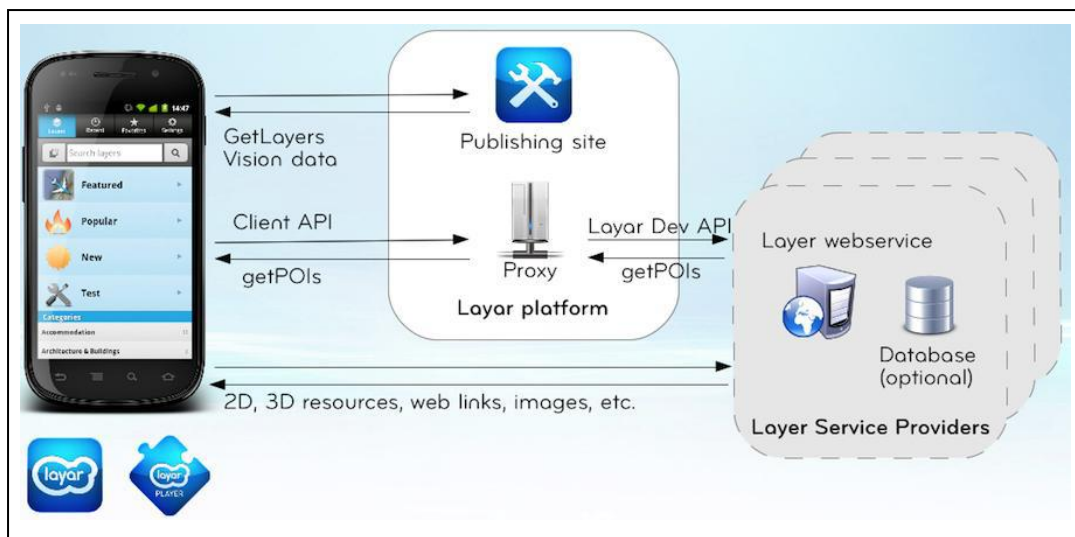
Layar es un navegador de RA que nació para el sistema Android. Es calificado como el primer “Navegador de Realidad Aumentada” para teléfonos móviles. Creado por la empresa SPRXmobile funciona sobre teléfonos que incorporen el hardware mínimo necesario: cámara de fotos, localizador GPS y

brújula. Haciendo uso del GPS y de la brújula del móvil ubica la posición del usuario y su orientación. La pantalla del celular muestra lo que la cámara capta y, sobre esta imagen del entorno, superpone, en tiempo real, información relativa a lo que tenemos delante de nosotros.

La información está disponible en diferentes capas entre las que puede seleccionar el usuario. Por defecto, la primera capa visible es “Layar Local Search”, que emplea datos de Google para señalar la posición de establecimientos como restaurantes, lugares de ocio o de servicio en un radio de entre 25 metros y varios kilómetros; pero existen muchas más capas (más de 300 contando las realizadas por la comunidad) que permiten cosas tan diversas como conocer los bares en el entorno, obtener información inmobiliaria, consultar la Wikipedia, acceder a información sobre los transportes en la zona, etc. Entre los datos más interesantes: la aplicación es gratuita y también tiene su portal oficial a la plataforma iPhone.

Layar tiene dos partes: el navegador a la experiencia de las capas de contenido, y la plataforma para servir y publicar el contenido de las capas. La plataforma es donde se definen las capas de contenido y actúa como el enlace a la editorial real que alberga sus datos. La definición de la capa de contenido es un componente clave de su capa. Esta definición da al espectador el título y el

aspecto y la sensación de la capa, además de los meta-tags y la ubicación del servicio Web (donde los datos se encuentran alojado).



**Figura N° 13: Arquitectura de la plataforma Layar**

*Fuente: <https://www.layar.com/augmented-reality> (visitado: 21/10/2013)*

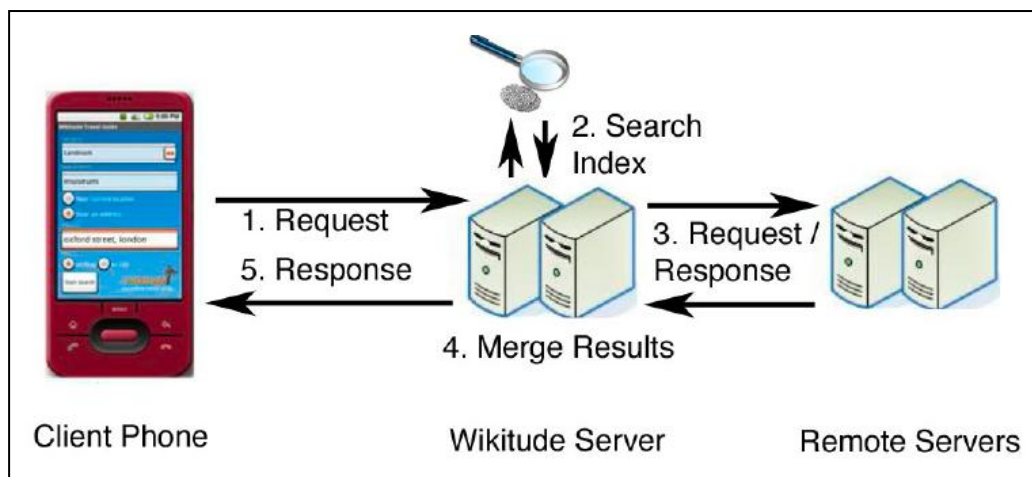
Como prácticamente todas las aplicaciones de este tipo, Layar también integra Google Maps para mostrar los resultados de sus capas sobre un mapa.

### **Wikitude**

Al igual que Layar, Wikitude es un navegador de RA que permite descubrir diversos mundos dentro del que nos rodea. Wikitude fue creado y es mantenido por la empresa austriaca Mobilizy y su primera versión fue publicada casi simultáneamente con salida del dispositivo G1 en los primeros meses de 2008.

Existen multitud de contenidos disponibles para Wikitude, que funciona tanto para Android como así también para iPhone y Symbian.

Los servicios de información más importantes sobre esta aplicación se basan en la información de Wikipedia, y genera recomendaciones de los usuarios de Qype y la comunidad Panoramio para compartir fotos.



**Figura N° 14: Arquitectura de la plataforma Wikitude**

*Fuente: <http://www.wikitude.com/> (visitado: 21/10/2013)*

## **Junaio**

Desarrollada por Metaio, es el último de los tres *browsers*, apareció a finales de 2009, en lugar de anunciarse como un browser AR fue anunciado como el primer browser de red social de AR.

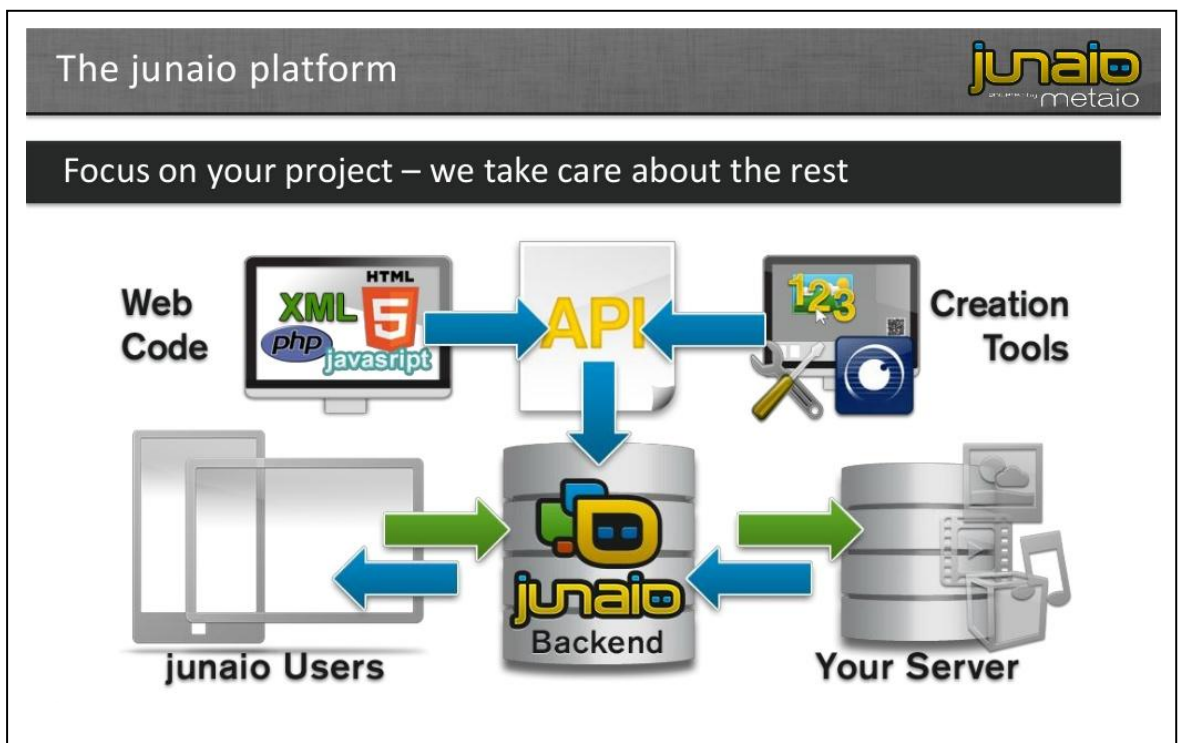
Junaio utiliza tecnología de AR desarrollada previamente por Metaio, incluido su SDK de tracking de características naturales. Actualmente es un browser AR con 150 canales (channels) – así es como se denomina el contenido – y otros 650 en desarrollo. Permite compartir contenido con amigos y visualizar contenido cercano a la localización del usuario.

Las funcionalidades incluidas son:

- Puntos de interés simples con sonido y video,
- Objetos 3D y animaciones
- Detección de proximidad
- Tracking de características naturales (reconoce imágenes y se visualizan un objeto 3D superpuesto o un video)
- LLA (latitud, longitud, altitud): Dado que GPS no es siempre exacto, particularmente en interior de edificios LLA consiste en marcadores

especiales que ayudan a establecer la posición del usuario mediante el tracking del marcador.

Esta plataforma trabaja con sistemas android e iphone. En la figura 15 se muestra un ejemplo de esta plataforma



**Figura N° 15: Arquitectura de la plataforma de Junaio**

*Fuente: <http://www.junaio.com/> (visitado: 21/10/2013)*

### **III. DESARROLLO**

#### **3.1 Análisis del sitio turístico**

El museo Alto de la Alianza se encuentra ubicada en una pampa al noroeste del cerro Intiorko, a una distancia de 8km de la ciudad de Tacna. Este sitio es tal vez el lugar más importante que tiene la ciudad ya que allí se llevó a cabo la batalla del Alto de la Alianza un 26 de mayo de 1880.

El campo del Alto de la Alianza es un sitio con historia viva, es decir, existe un pasado que enorgullece al pueblo peruano, es por ello que en ese mismo lugar se levanta un monumento en homenaje a los defensores de la patria. El museo de sitio tiene forma circular y en su interior se pueden apreciar armas de la época, fusiles, sables, uniformes de gala de los principales jefes de la batalla, cartas, documentos y una maqueta muy ilustrativa de la batalla. Es en este lugar, donde se empleará un aplicativo de realidad aumentada para realzar y enriquecer la información y el contenido histórico que encierra; y esta nueva experiencia será transmitida a todos los turistas que lo visitan.

### 3.2 Análisis de mercado

Para saber a qué sistema operativo va dirigida nuestra aplicación tenemos que analizar el público objetivo y los requerimientos técnicos del sistema operativo. En lo que respecta al público objetivo nos basaremos en los datos obtenidos en la Tabla 6; en la cual nos muestra la cantidad de unidades vendidas a usuarios finales dividida por cuartos de año en el 2012, esto nos da una idea de a cuanta gente potencialmente podría llegar la aplicación.

**Tabla N° 6: Cantidad de dispositivos móviles vendidos a usuarios finales por sistema operativo en los primero tres cuarto del año 2012**

<b>Sist. Operativo</b>	<b>1Q</b>	<b>2Q</b>	<b>3Q</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Android</b>	81067,4	98529,3	122480	<b>302076,7</b>
<b>iOs</b>	33120,5	28935	23550,3	<b>85605,8</b>
<b>Symbian</b>	12466,9	9071,5	4404,9	<b>25943,3</b>
<b>Blackberry</b>	9939,3	7991,2	8946,8	<b>26877,3</b>
<b>Bada</b>	3842,2	4208,8	5054,7	<b>13105,7</b>
<b>Windows Phone OS</b>	2712,5	4087	4058,2	<b>10857,7</b>
<b>Otros</b>	1242,9	863,3	683,7	<b>2789,9</b>
<b>TOTAL</b>	<b>144391,7</b>	<b>153686,1</b>	<b>169178,6</b>	<b>467256,4</b>

*Fuente: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2017015> (Elaboración propia)*

De la Tabla N° 6, podemos obtener que a finales del 3Q, entre los sistemas operativos Android y iOS abarcan un 82,9% del mercado total de dispositivos móviles, por lo que deberíamos considerarlos en análisis posteriores. Después aparecen Blackberry OS y Symbian, sin embargo, si vemos el número de dispositivos vendidos en el primero, segundo y tercer cuarto; el número va decayendo. Por su parte Bada, sistema operativo desarrollado por Samsung para dispositivos móviles de gama media, ha tenido un leve crecimiento sin embargo es un sistema operativo nuevo por lo que no es seguro que este afianzado ya en el mercado. Así mismo el sistema operativo Windows Phone de Microsoft, está destinado a ser el reemplazo de todos los equipos Symbian sin embargo esto todavía no se ve reflejado en las ventas. Por lo tanto del análisis de mercado de los Sistemas Operativos los más óptimos para desarrollar una aplicación serían Android o iOS, debido a su porcentaje de mercado y por tener algún tiempo en el mismo lo que hace que sean sistemas operativos más estables y que las nuevas tecnologías, como Realidad Aumentada, puedan ser desplegadas en estos.

### **3.3 Análisis técnico**

En el análisis técnico compararemos funcionalidades técnicas generales que presentan los dos sistemas operativos escogidos en el punto anterior. En la Tabla 7 se muestran los puntos a comparar.

**Tabla N° 7: Comparación técnica entre sistemas operativos Android y iOS**

	iOS	Android
<b>Multitarea</b>		
<b>Equipos</b>	iPhone, iPad, iPod Touch	Amplia Gama de Equipos
<b>Seguridad</b>		Propenso a malware
<b>Almacenamiento Multimedia</b>		
<b>Almacenamiento Expandible</b>		
<b>Pantalla de Alta Resolución</b>		
<b>Captura de Pantalla</b>		
<b>Mapas</b>		
<b>Navegación</b>		
<b>Asistente por voz</b>		
<b>Soporte en la nube</b>		
<b>Personalización</b>		
<b>NFC</b>		
<b>Backup en la nube</b>		
<b>Soporte 3D</b>		

*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo con el cuadro anterior, podemos ver que los sistemas operativos comparados tienen características técnicas similares; podríamos concluir que ninguno es superior a otro en lo que respecta a este tipo de comparación.

### **3.4 Análisis de herramienta para realidad aumentada**

Una vez analizados los datos de mercado y características técnicas de los sistemas operativos, debemos analizar las herramientas necesarias para desarrollar una aplicación con Realidad Aumentada las cuales están estrechamente ligadas al sistema operativo al cual están destinadas, En la Tabla 8 mostramos algunas de las características y funcionalidades de los frameworks para Realidad Aumentada mencionados en el Capítulo 2 y analizaremos cual resulta el más óptimo, para el desarrollo de nuestra aplicación.

**Tabla N° 8: Comparación de frameworks para realidad aumentada**

	ARLAB	ARToolkit	DroidAR	Layar	Metaio	NyARToolkit	Vuforia
Reconocimiento de Marcas							
Múltiples marcas							
Geolocalización							
Reconocimiento de Formas							
Imágenes 3D							
Animación							
Android							
iOS							
Documentación	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Poca
Precio	Por Producto	Libre	Libre	Por Producto	Libre	Libre	Libre
Año de Publicación	2012	2010	2011	2009	2005	2008	2012

*Fuente: Elaboración propia.*

Es importante notar que existen frameworks cuyos códigos son de libre distribución que tienen la funcionalidad de reconocimiento de marcas e imágenes 3D, que son requerimientos para el desarrollo de nuestra aplicación. Es así que descartamos aquellos frameworks por los cuales haya que pagar por sus productos. De los frameworks de software libre tenemos a ARToolkit y Vuforia para iOS; y para Android tenemos DroidAR, NyARToolkit, Vuforia y Metaio. Cualquiera de estos cumple con los requisitos técnicos para elaborar la aplicación,

ahora es importante tener un framework con documentación que nos pueda guiar, así como que el framework tenga madurez suficiente.

De esto y los datos obtenidos en el Capítulo 2, podemos concluir Metaio por ser la más antigua, con mayor documentación, además de tener la facilidad de ser desarrollada en Java, lo cual brinda mayor comodidad de programación; en este caso será la herramienta elegida para el desarrollo de la aplicación. Esta elección también nos orienta a que la aplicación sea desarrollada en Android.

### 3.5 Análisis de los requerimientos de la aplicación

Es importante definir cuáles son los requerimientos de la aplicación que se va a implementar, ya que por medio de estos podemos comprender las necesidades y condiciones de la aplicación a desarrollar.

➤ **Requerimientos funcionales:** Dentro de los requerimientos funcionales tenemos el reconocimiento de marcas, visualización de imágenes en 3D, reproducción de audio con información, visualización de imágenes y visualización de texto.

➤ **Requerimientos no funcionales:**

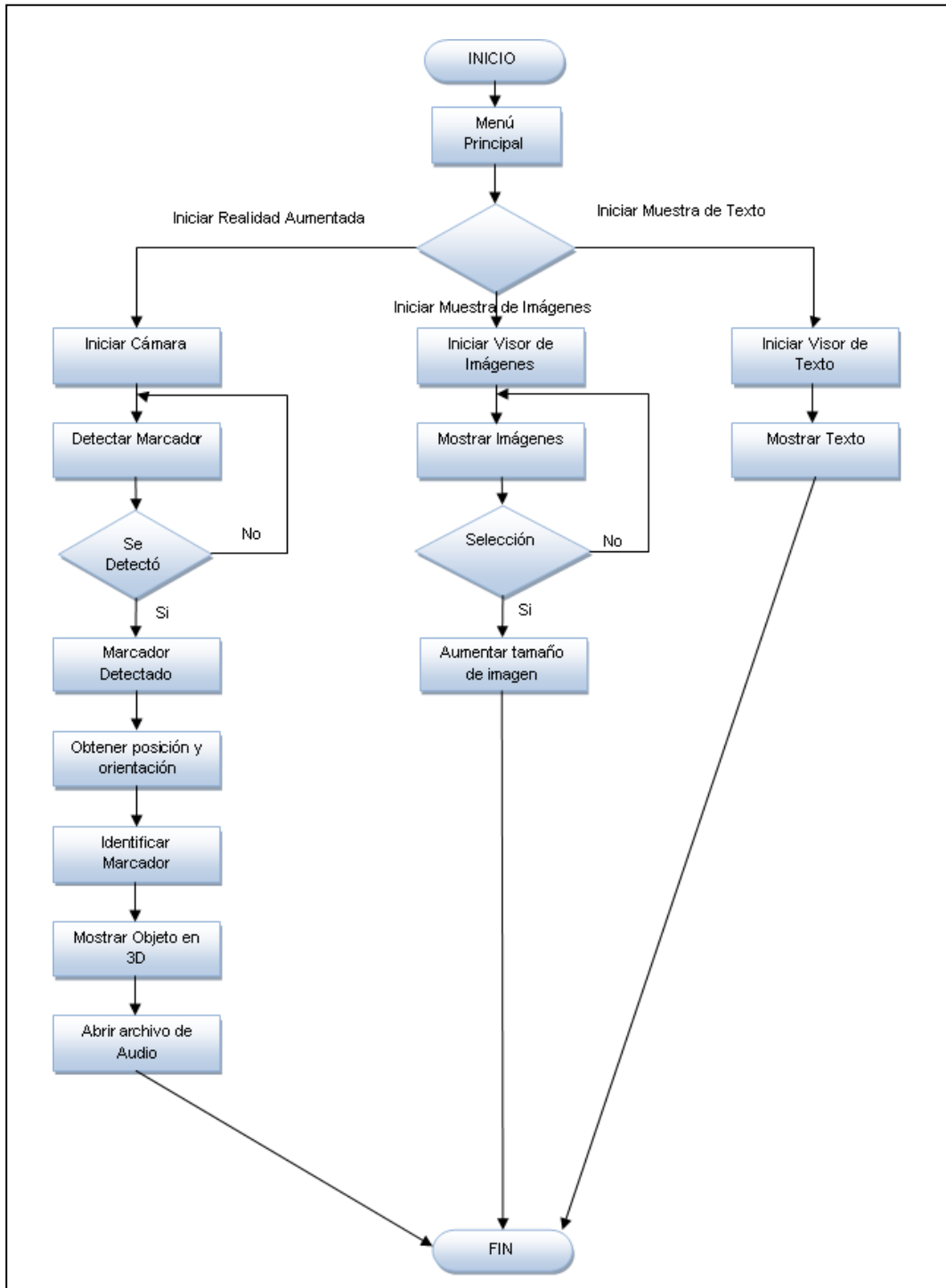
*Fiabilidad:* El sistema en ejecución no debe colapsar cuando el usuario está haciendo uso del mismo. Los recursos tanto de hardware como

software utilizado por la aplicación no deben generar conflictos con otras aplicaciones que estén instaladas en el mismo dispositivo.

*Facilidad de Uso.* El sistema debe poder operar de manera intuitiva, de tal manera que cualquier usuario con conocimientos o no sobre dispositivos móviles sea capaz de usarlo.

### **3.6 Diagrama de Flujo**

Los diagramas de flujo son una herramienta importante para describir gráficamente el conjunto de procesos que seguirá el Sistema. El diagrama se muestra en la Figura N° 16.



**Figura N° 16: Diagrama de Flujo**

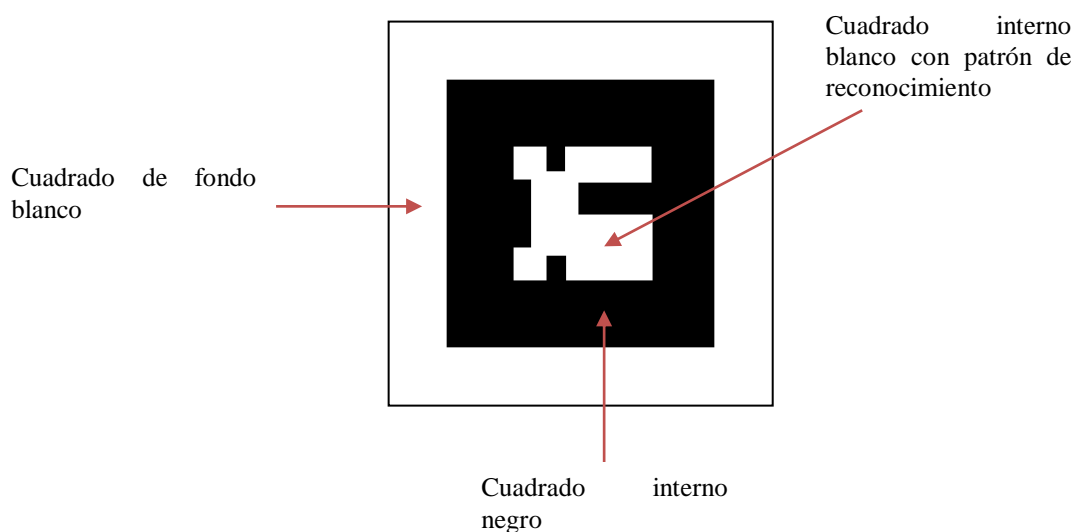
*Fuente: Elaboración propia*

### 3.7 Diseño y creación de los marcadores del proyecto

Los marcadores son un elemento esencial en el desarrollo del sistema, ya que serán estos lo que deben ser reconocidos, calcular su posición y ubicación; y relacionarlos con la información que deseamos que se proyecte. Es por eso que explicaremos como se deben diseñar estos de tal manera que el reconocimiento de estos por parte del programa sea de manera más sencilla.

#### *Estructura de los marcadores*

Los marcadores que utilizaremos tienen una estructura definida la cual detallaremos a continuación en la Figura 17.



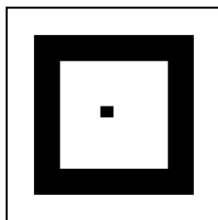
**Figura N° 17: Componentes de un marcador**

*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo con la fig. N° 17 tenemos tres componentes principales de un marcador:

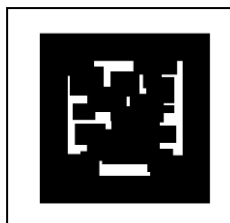
- *Cuadrado de fondo blanco*, este sirve para evitar que la cámara tenga problemas a la hora de enfocar al marcador. Es un margen que se tiene que dar para que el reconocimiento del marcador sea óptimo.
- *Cuadrado interno negro*, este cuadro servirá para identificar un marco.
- *Cuadro interno blanco con patrón de reconocimiento*, es aquí donde se agregaran los detalles del marcador que servirán como identificador del mismo.

Es importante mencionar que el patrón que se coloque no debe ser ni muy simple ni muy complejo, esto ya que si tenemos un patrón muy simple (Fig. 18) puede confundirse con elementos que se encuentran en el entorno y hacer una detección defectuosa, mientras que si usamos un patrón muy complejo o cargado (Fig. 19) el reconocimiento también puede ser defectuoso ya que el programa necesitará comparar mucho detalles



**Figura N° 18: Marcador simple**

*Fuente: elaboración propia*



**Figura N° 19: Marcador complejo**

*Fuente: elaboración propia*

Así mismo es importante tomar en cuenta el tamaño del marcador y la distancia a la cual la cámara lo puede captar. Esto lo vemos en la Tabla 9.

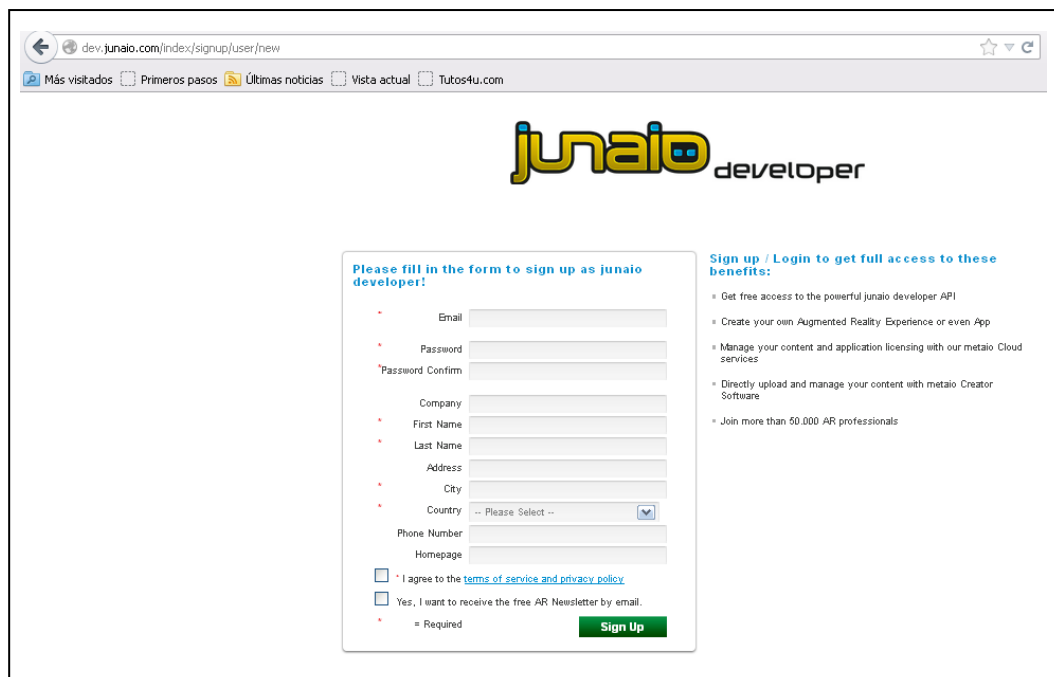
**Tabla N° 9: Relación: tamaño del marcador y distancia reconocible**

Tamaño del patrón (cm)	Distancia detectable (cm)
5	25
7	40
10.8	86
19	127

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.8 Creación de guía de realidad aumentada con Junaio

Para la implementación de este apartado del proyecto el primer paso que tenemos que realizar es registrarnos como desarrolladores en Junaio en la siguiente página web: <http://dev.junaio.com/index/signup/user/new> y rellenar el formulario que se nos propone, lo que se presenta en la fig. 20.



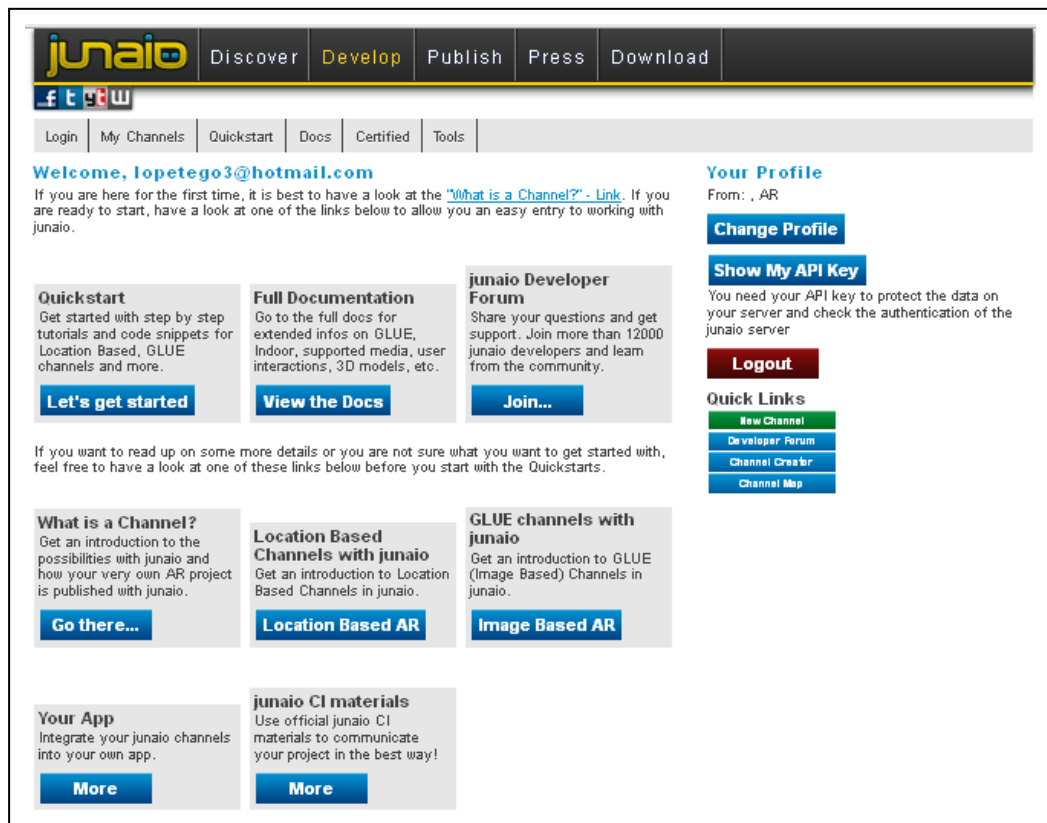
The image shows a web browser window displaying the registration page for Junaio developers. The browser's address bar shows the URL [dev.junaio.com/index/signup/user/new](http://dev.junaio.com/index/signup/user/new). The page features the Junaio logo and the text "Junaio developer". Below the logo, there is a registration form with the following fields: Email, Password, Password Confirm, Company, First Name, Last Name, Address, City, Country (a dropdown menu with "-- Please Select --"), Phone Number, and Homepage. There are checkboxes for "I agree to the [terms of service and privacy policy](#)" and "Yes, I want to receive the free AR Newsletter by email." A green "Sign Up" button is located at the bottom right of the form. To the right of the form, there is a section titled "Sign up / Login to get full access to these benefits:" followed by a list of benefits: "Get free access to the powerful junaio developer API", "Create your own Augmented Reality Experience or even App", "Manage your content and application licensing with our metaio Cloud services", "Directly upload and manage your content with metaio Creator Software", and "Join more than 50.000 AR professionals".

**Figura N° 20: Registro en Junaio**

*Fuente: <http://www.junaio.com/> (visitado el 25/10/2013)*

Una vez registrados se nos mandará un correo de confirmación de cuenta con un nombre de usuario y una contraseña, con ellos ya podemos iniciar sesión

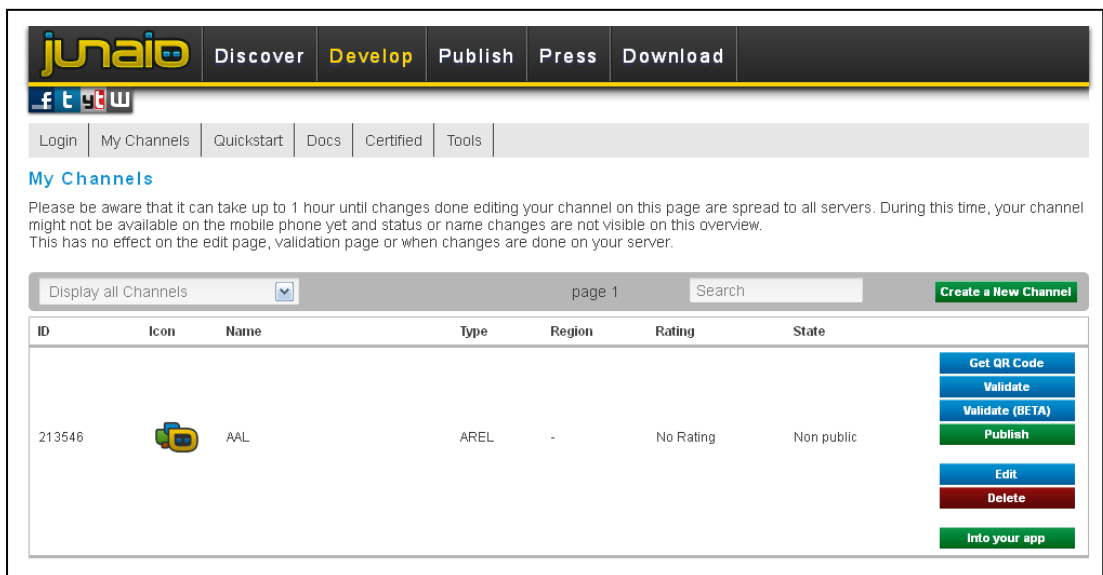
en Junaio. Cuando iniciemos sesión nos aparecerá la interfaz mostrada en la fig. 21.



**Figura N° 21: Interfaz principal en Junaio**

*Fuente: <http://www.junaio.com/> (visitado el 25/10/2013)*

Para pasar a la creación de una canal pincharemos en la pestaña “My Channels” que se encuentra inmediatamente debajo del logotipo de Junaio. La interfaz “My Channels” es la mostrada en la fig. 22.



**Figura N° 22: Interfaz My Channels**

*Fuente: <http://www.junaio.com/> (visitado el 25/10/2013)*

Una vez en la interfaz si queremos crear una canal Junaio nos da dos opciones:

- Si queremos crear un canal de realidad aumentada basado en la geolocalización pincharemos en “create a new channel” y rellenaremos el formulario que se nos propone, mostrado en la fig. 23.

Basic information:

\* Channel name

\* Channel description

\* Content server URL   
URL that will be contacted to retrieve the channel information.  
(e.g. <http://yourserver.com/channel/arel.xml> or <http://yourserver.com/channel/>)

Location based information

If your channel provides location based information, please select the region for the content.

Africa >  
 Antarctica >  
 Asia >  
 Australia >  
 Europe >  
 North America >

\* Old-API channel   
Only select Yes, if your Content server URL provides non-AREL XML (old channel).

For public channels:

Thumbnail  Ningún archivo seleccionado.

Displayed author

Search keywords   
Note, that description and title will be considered in the search by default.

Optional features:

Screenshot sharing button   
[DEPRECATED]: Use AREL instead by calling `arel.Scene.share Screenshot()`.

Homepage URL

\* = Required

**Figura N° 23: Formulario para crear nuevo canal**

*Fuente: <http://www.junaio.com/> (visitado el 25/10/2013)*

- Si queremos crear un canal de realidad aumentada basado en el reconocimiento de marcadores Junaio nos da la opción de crearlo igual

que en el caso anterior, o de utilizar un programa externo llamado Metaio Creator. Esta última opción es la que hemos utilizado.

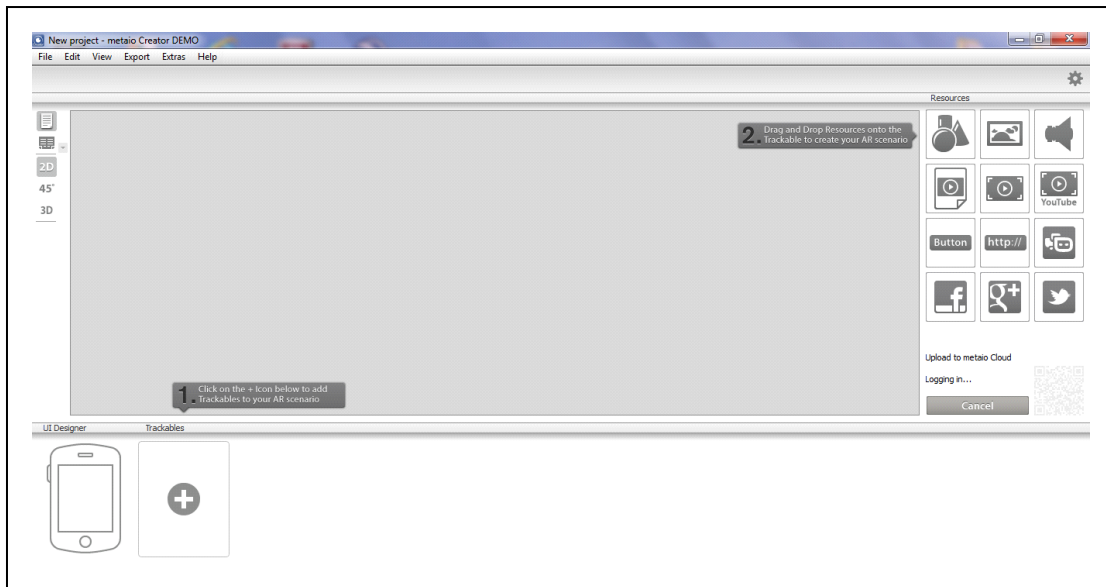
Para explicar cómo realizamos las capas en Junaio redactaremos por tanto, la descarga y utilización de Metaio Creator.

### **Programa metaio creator**

Para poder comenzar a utilizarlo deberemos descargarlo de manera totalmente gratuita del siguiente link: <http://my.metaio.com/index.php>. Para poder entrar haremos login con el mismo usuario y contraseña que utilizamos para entrar en Junaio.

Ya dentro descargaremos la versión gratuita (Metaio Creator demo) que tiene como limitación no añadir más de un objeto aumentado a cada imagen. En nuestro proyecto esto es suficiente, pero si más adelante te plantea añadir nuevos objetos aumentados se podría contemplar la posibilidad de hacernos con la versión completa de este programa.

Este programa es muy intuitivo y de muy fácil manejo. Su interfaz principal es la mostrada en la fig. 24.



**Figura N° 24: Interfaz de Metaio Creator**

*Fuente: <http://www.junaio.com/> (visitado el 25/10/2013)*

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Análisis de datos

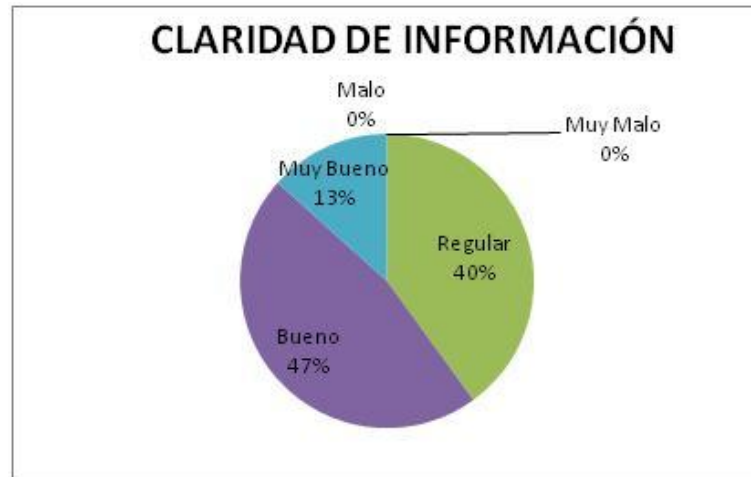
A continuación presentamos los resultados del cuestionario que ha sido dividido en 2 partes, la primera parte consta de 12 preguntas y la segunda parte de 5 preguntas; con esto trataremos de comprobar cuál de los dos métodos es el más eficaz para tener una buena percepción; este cuestionario estará aplicado a 60 personas. Esta población fue dividida en dos grupos; las 30 primeras personas hicieron el recorrido del museo con asistencia de guía turístico y los 30 restantes con asistencia de la realidad aumentada.

#### a. *Con asistencia de guía turístico*

**Tabla N° 10: En cuanto a la claridad de información**

RESPUESTA	P1		P2		TOTAL	
	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%		
<b>Muy Mala</b>	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>Mala</b>	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>Regular</b>	11	36.67%	13	43.33%	24	40.00%
<b>Bueno</b>	15	50.00%	13	43.33%	28	46.67%
<b>Muy Bueno</b>	4	13.33%	4	13.33%	8	13.33%
<b>TOTAL</b>	30	100.00%	30	100.00%	60	100.00%

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 25: Claridad de la información – Guía turístico**

*Fuente: Elaboración propia*

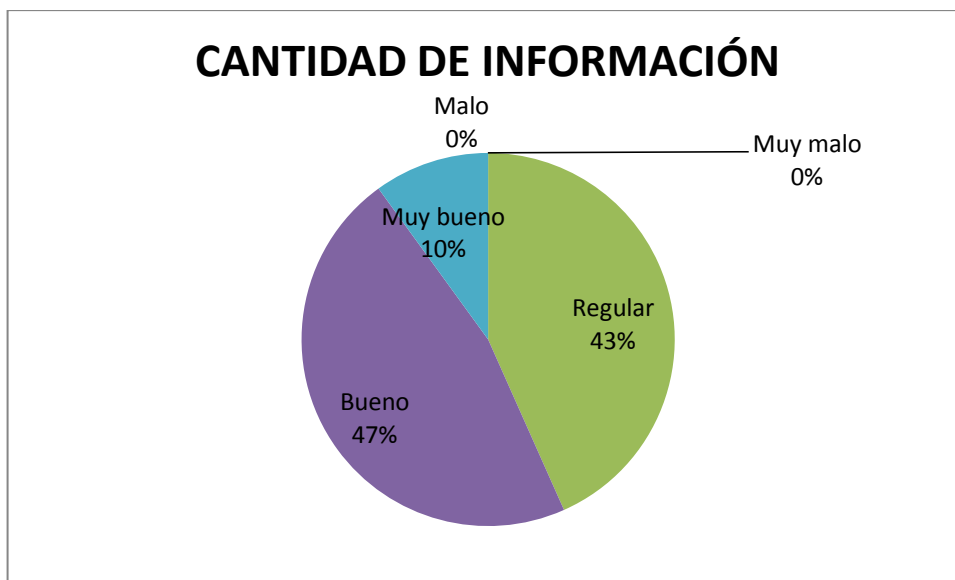
Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que la claridad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy malo.
- 0% consideran que la claridad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue malo.
- 40% consideran que la claridad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue regular.
- 47% consideran que la claridad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue bueno.
- 13% consideran que la claridad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy bueno.

**Tabla N° 11: En cuanto a la cantidad de información**

RESPUESTA	P3		P4		TOTAL	
	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%		
Muy Mala	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Mala	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Regular	12	40,00%	14	46,67%	26	43,33%
Bueno	14	46,67%	14	46,67%	28	46,67%
Muy Bueno	4	13,33%	2	6,67%	6	10,00%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>	<b>60</b>	<b>100,00%</b>

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 26: Cantidad de información – Guía turístico**

*Fuente: Elaboración propia*

Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que la cantidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy malo.
- 0% consideran que la cantidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue malo.
- 43% consideran que la cantidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue regular.
- 47% consideran que la cantidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue bueno.
- 10% consideran que la cantidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy bueno.

**Tabla N° 12: En cuanto a la utilidad de la información**

RESPUESTA	P5		P6		TOTAL	
	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%		
<b>Muy Mala</b>	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
<b>Mala</b>	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
<b>Regular</b>	5	16,67%	10	33,33%	15	25,00%
<b>Bueno</b>	22	73,33%	17	56,67%	39	65,00%
<b>Muy Bueno</b>	3	10,00%	3	10,00%	6	10,00%
<b>TOTAL</b>	30	100,00%	30	100,00%	60	100,00%

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 27: Utilidad de información – Guía turístico**

*Fuente: Elaboración propia*

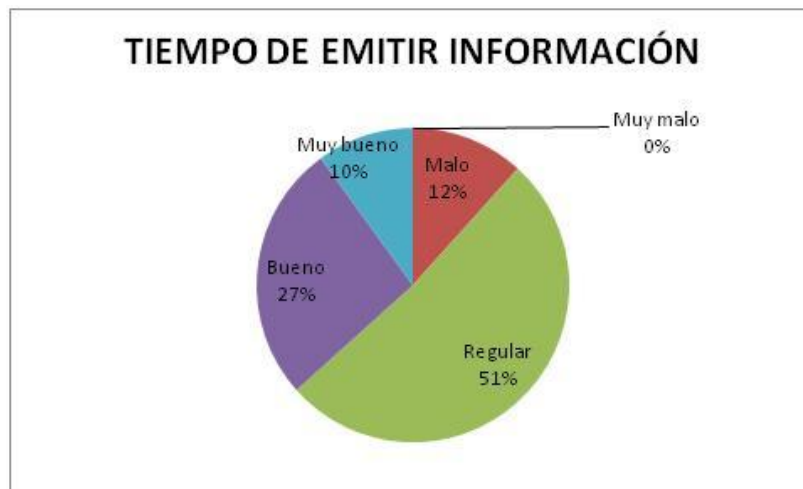
Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que la utilidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy malo.
- 0% consideran que la utilidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue malo.
- 25% consideran que la utilidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue regular.
- 65% consideran que la utilidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue bueno.
- 10% consideran que la utilidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy bueno.

**Tabla N° 13: En cuanto al tiempo de la emisión de la información**

RESPUESTA	P7		P8		TOTAL	
	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%		
Muy Mala	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Mala	0	0,00%	7	23,33%	7	11,67%
Regular	17	56,67%	14	46,67%	31	51,67%
Bueno	9	30,00%	7	23,33%	16	26,67%
Muy Bueno	4	13,33%	2	6,67%	6	10,00%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>	<b>60</b>	<b>100,00%</b>

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 28: Tiempo de emitir información – Guía turístico**

*Fuente: Elaboración propia*

Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que el tiempo de difusión de la información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy malo.
- 12% consideran que el tiempo de difusión de la información sobre el museo Alto de la Alianza fue malo.
- 51% consideran que el tiempo de difusión de la información sobre el museo Alto de la Alianza fue regular.
- 27% consideran el tiempo de difusión de la información sobre el museo Alto de la Alianza fue bueno.
- 10% consideran el tiempo de difusión de la información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy bueno.

**Tabla N° 14: En cuanto a la conformidad de la información**

RESPUESTA	P9		P10		P11		TOTAL	
	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%		
<b>Muy Mala</b>	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
<b>Mala</b>	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
<b>Regular</b>	17	56,67%	19	63,33%	11	36,67%	47	52,22%
<b>Bueno</b>	10	33,33%	8	26,67%	15	50,00%	33	36,67%
<b>Muy Bueno</b>	3	10,00%	3	10,00%	4	13,33%	10	11,11%
<b>TOTAL</b>	30	100,00%	30	100,00%	30	100,00%	90	100,00%

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 29: Conformidad de la información – Guía turístico**

*Fuente: Elaboración propia*

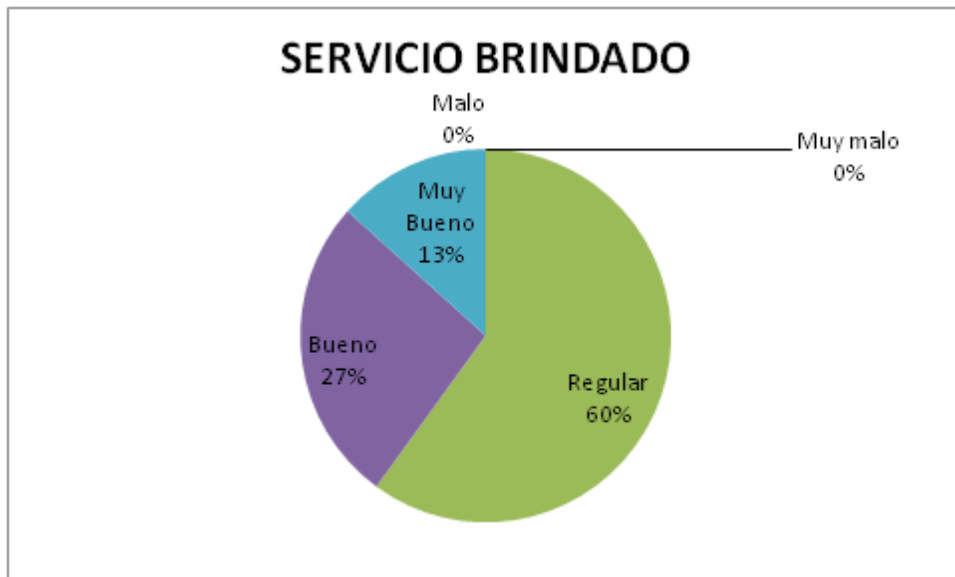
Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza fue muy malo.
- 0% consideran que lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza fue malo.
- 52% consideran que lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza fue regular.
- 37% consideran que lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza fue bueno.
- 11% consideran que lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza fue muy bueno.

**Tabla N° 15: En cuanto al servicio brindado**

RESPUESTA	P12	
	n <sub>i</sub>	%
Muy Mala	0	0,00%
Mala	0	0,00%
Regular	18	60,00%
Bueno	8	26,67%
Muy Bueno	4	13,33%
TOTAL	30	100,00%

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 30: Servicio brindado – Guía turístico**

*Fuente: Elaboración propia*

Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que el servicio brindado por el guía turístico fue muy malo.
- 0% consideran que el servicio brindado por el guía turístico fue malo.
- 60% consideran que el servicio brindado por el guía turístico fue regular.
- 27% consideran el servicio brindado por el guía turístico fue bueno.
- 13% consideran que el servicio brindado por el guía turístico fue muy bueno.

**b. Con asistencia de realidad aumentada**

**Tabla N° 16: En cuanto a la claridad de información**

RESPUESTA	P1		P2		TOTAL	
	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%		
<b>Muy Mala</b>	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
<b>Mala</b>	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
<b>Regular</b>	4	13,33%	0	0,00%	4	6,67%
<b>Bueno</b>	20	66,67%	21	70,00%	41	68,33%
<b>Muy Bueno</b>	6	20,00%	9	30,00%	15	25,00%
<b>TOTAL</b>	30	100,00%	30	100,00%	60	100,00%

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 31: Claridad de la información – R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

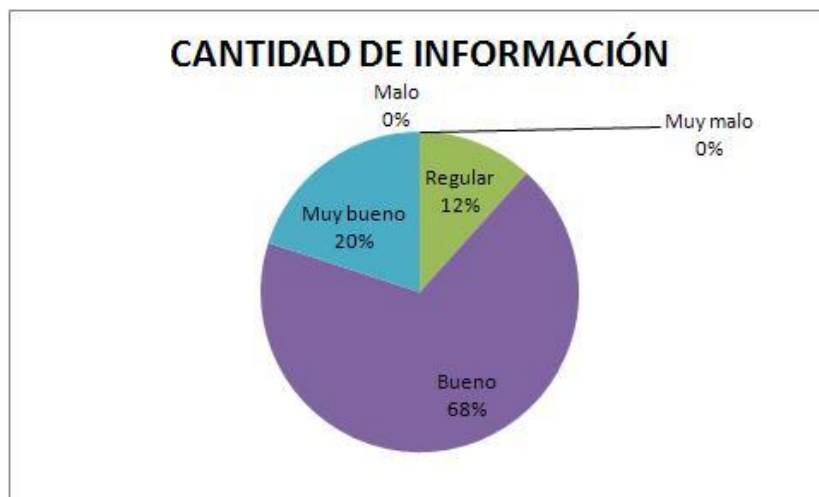
Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que la claridad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy malo.
- 0% consideran que la claridad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue malo.
- 7% consideran que la claridad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue regular.
- 68% consideran que la claridad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue bueno.
- 25% consideran que la claridad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy bueno.

**Tabla N° 17: En cuanto a la cantidad de información**

RESPUESTA	P3		P4		TOTAL	
	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%		
Muy Mala	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Mala	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Regular	4	13,33%	3	10,00%	7	11,67%
Bueno	21	70,00%	20	66,67%	41	68,33%
Muy Bueno	5	16,67%	7	23,33%	12	20,00%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>	<b>60</b>	<b>100,00%</b>

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 32: Cantidad de información – R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

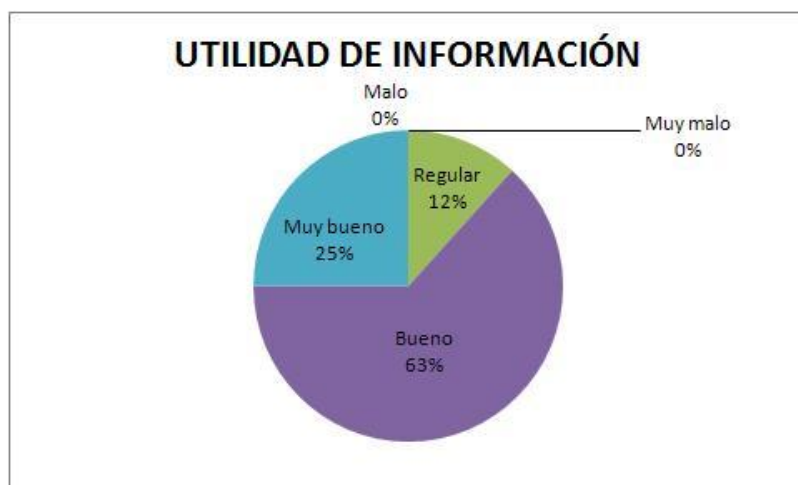
Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que la cantidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy malo.
- 0% consideran que la cantidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue malo.
- 12% consideran que la cantidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue regular.
- 68% consideran que la cantidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue bueno.
- 20% consideran que la cantidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy bueno.

**Tabla N° 18: En cuanto a la utilidad de la información**

RESPUESTA	P5		P6		TOTAL	
	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%		
<b>Muy Mala</b>	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
<b>Mala</b>	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
<b>Regular</b>	3	10,00%	4	13,33%	7	11,67%
<b>Bueno</b>	24	80,00%	14	46,67%	38	63,33%
<b>Muy Bueno</b>	3	10,00%	12	40,00%	15	25,00%
<b>TOTAL</b>	30	100,00%	30	100,00%	60	100,00%

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 33: Utilidad de información – R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

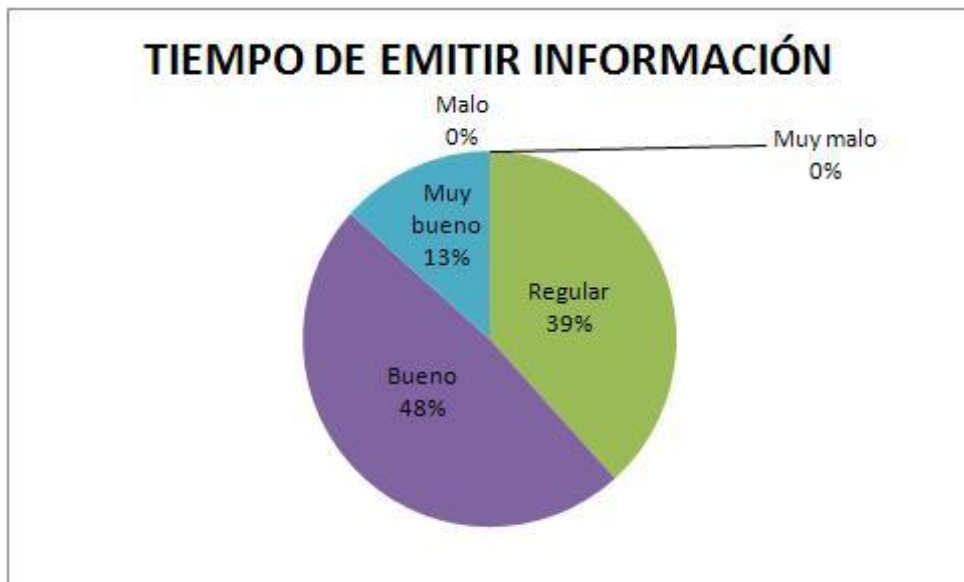
Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que la utilidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy malo.
- 0% consideran que la utilidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue malo.
- 12% consideran que la utilidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue regular.
- 63% consideran que la utilidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue bueno.
- 25% consideran que la utilidad de información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy bueno.

**Tabla N° 19: En cuanto al tiempo de la emisión de la información**

RESPUESTA	P7		P8		TOTAL	
	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%		
Muy Mala	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Mala	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Regular	8	26,67%	15	50,00%	23	38,33%
Bueno	15	50,00%	14	46,67%	29	48,33%
Muy Bueno	7	23,33%	1	3,33%	8	13,33%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>	<b>60</b>	<b>100,00%</b>

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 34: Tiempo de emitir información – R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

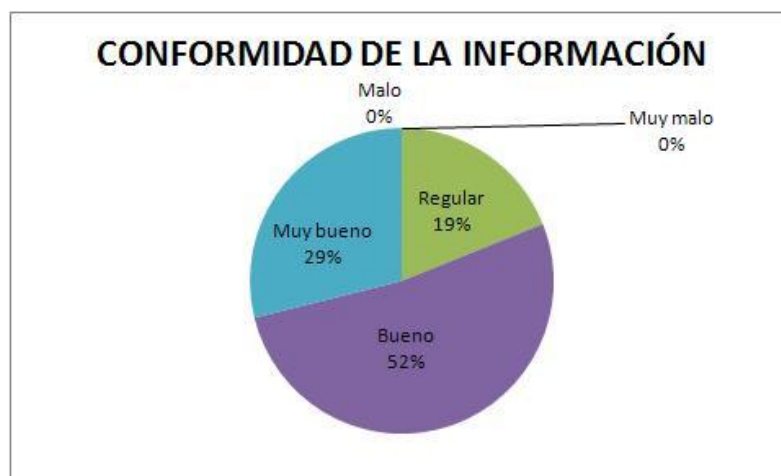
Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que el tiempo de difusión de la información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy malo.
- 0% consideran que el tiempo de difusión de la información sobre el museo Alto de la Alianza fue malo.
- 39% consideran que el tiempo de difusión de la información sobre el museo Alto de la Alianza fue regular.
- 48% consideran el tiempo de difusión de la información sobre el museo Alto de la Alianza fue bueno.
- 13% consideran el tiempo de difusión de la información sobre el museo Alto de la Alianza fue muy bueno.

**Tabla N° 20: En cuanto a la conformidad de la información**

RESPUESTA	P9		P10		P11		TOTAL	
	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%	n <sub>i</sub>	%		
<b>Muy Mala</b>	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>Mala</b>	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>Regular</b>	10	33.33%	3	10.00%	4	13.33%	17	18.89%
<b>Bueno</b>	15	50.00%	14	46.67%	18	60.00%	47	52.22%
<b>Muy Bueno</b>	5	16.67%	13	43.33%	8	26.67%	26	28.89%
<b>TOTAL</b>	30	100.00%	30	100.00%	30	100.00%	90	100.00%

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 35: Conformidad de la información – R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

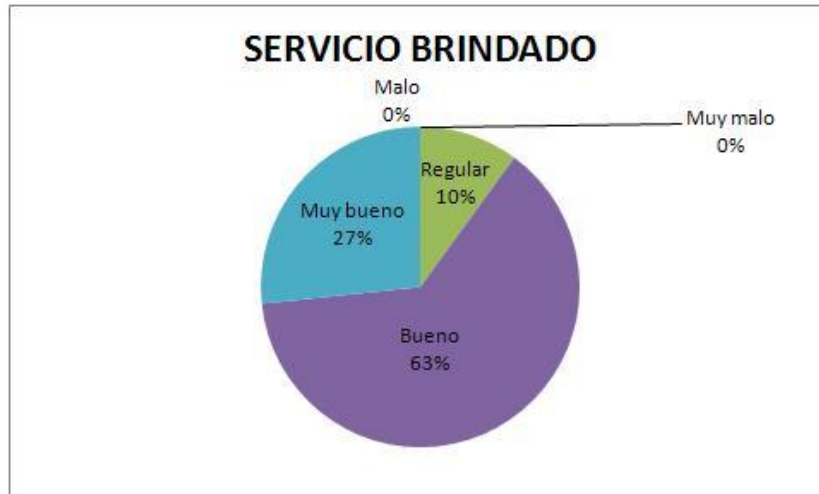
Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza fue muy malo.
- 0% consideran que lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza fue malo.
- 19% consideran que lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza fue regular.
- 52% consideran que lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza fue bueno.
- 29% consideran que lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza fue muy bueno.

**Tabla N° 21: En cuanto al servicio brindado**

RESPUESTA	P12	
	n <sub>i</sub>	%
Muy Mala	0	0,00%
Mala	0	0,00%
Regular	3	10,00%
Bueno	19	63,33%
Muy Bueno	8	26,67%
TOTAL	30	100,00%

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 36: Servicio brindado – R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

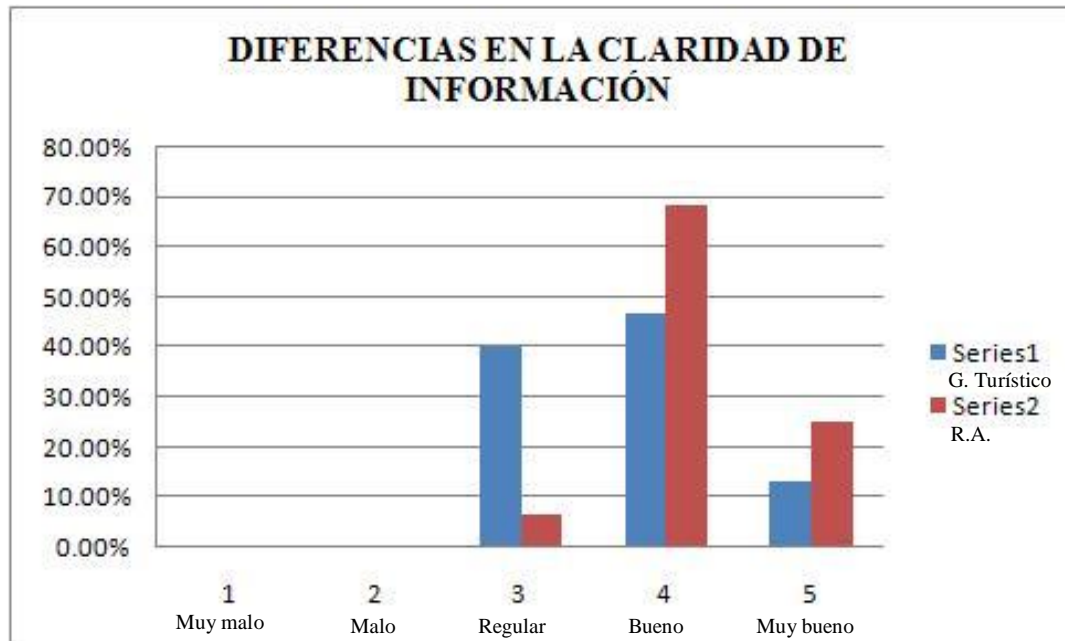
Considerando la opinión de los turistas a través del cuestionario que llenaron se obtuvieron los siguientes datos:

- 0% consideran que el servicio brindado a través de la RA fue muy malo.
- 0% consideran que el servicio brindado a través de la RA fue malo.
- 10% consideran que el servicio brindado a través de la RA fue regular.
- 63% consideran el servicio brindado a través de la RA fue bueno.
- 27% consideran que el servicio brindado a través de la RA fue muy bueno.

***c. Comparación entre el método con asistencia de guía turístico y realidad aumentada***

En los siguientes gráficos podremos apreciar las diferencias entre los dos métodos aplicados a los 30 turistas (de cada grupo), viendo su comportamiento ante el método que ha sido expuesto.

➤ *En cuanto a la claridad de información:*

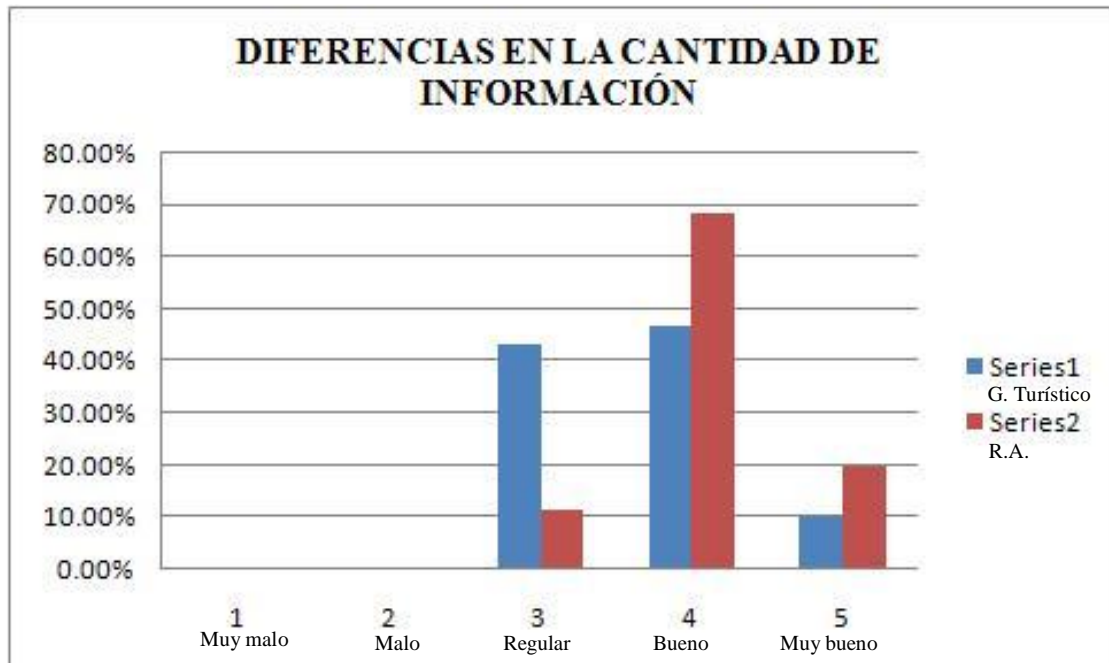


**Figura N° 37: Claridad de información - guía turístico vs R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

En esta grafica se puede observar que el método con el cual se expresa más claramente la información sobre el museo Alto de la Alianza, es el método aplicado a través de la RA, que tiene mayor porcentaje en la apreciación de Bueno y Muy Bueno, por los turistas encuestados.

➤ *En cuanto a la cantidad de información:*

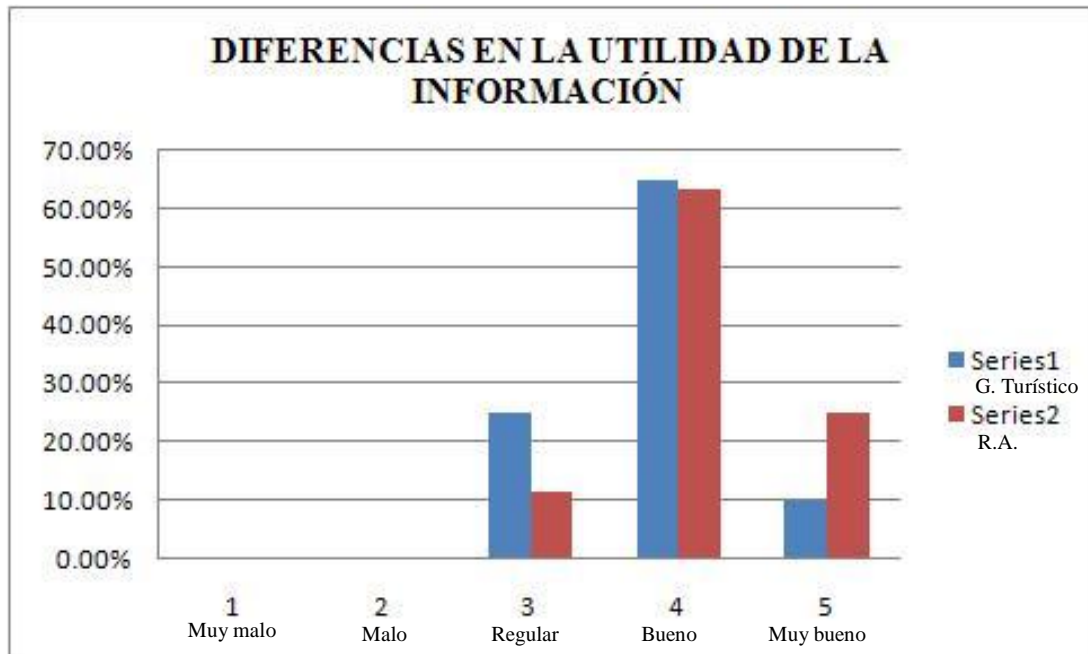


**Figura N° 38: Cantidad de información - guía turístico vs R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

En esta grafica se puede observar que el método que contiene una mejor recopilación de información sobre el museo Alto de la Alianza, es el método aplicado a través de la RA, que tiene mayor porcentaje en la apreciación de Bueno y Muy Bueno, por los turistas encuestados.

➤ *En cuanto a la utilidad de la información*

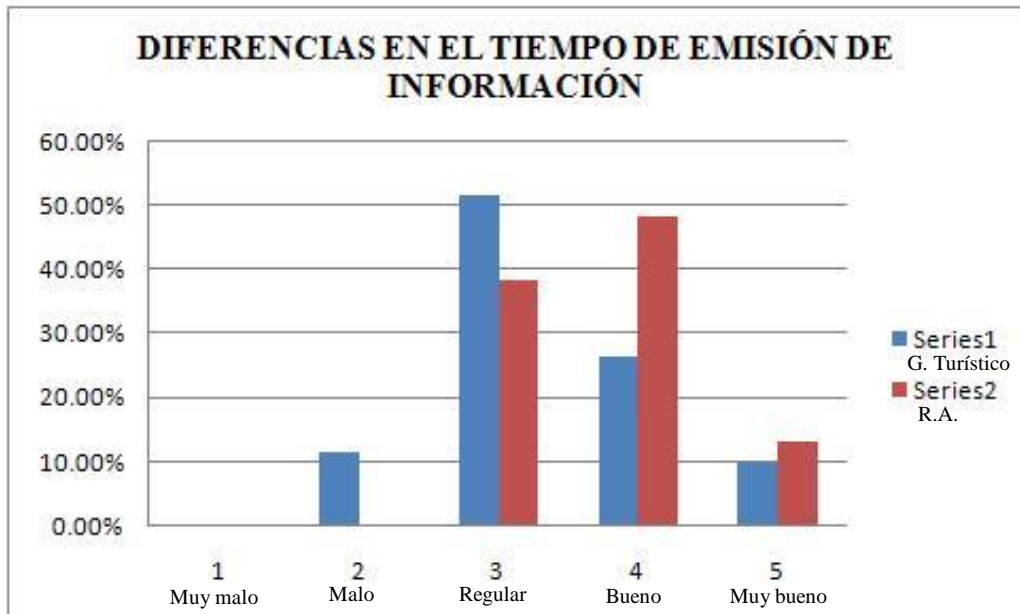


**Figura N° 39: Utilidad de la información - guía turístico vs R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

En esta grafica se puede observar que el método cuyos contenidos les ha sido más útil sobre la información del museo Alto de la Alianza, es el método aplicado a través de la RA, que tiene mayor porcentaje en la apreciación de Muy Bueno, por los turistas encuestados.

➤ *En cuanto al tiempo de la emisión de la información*

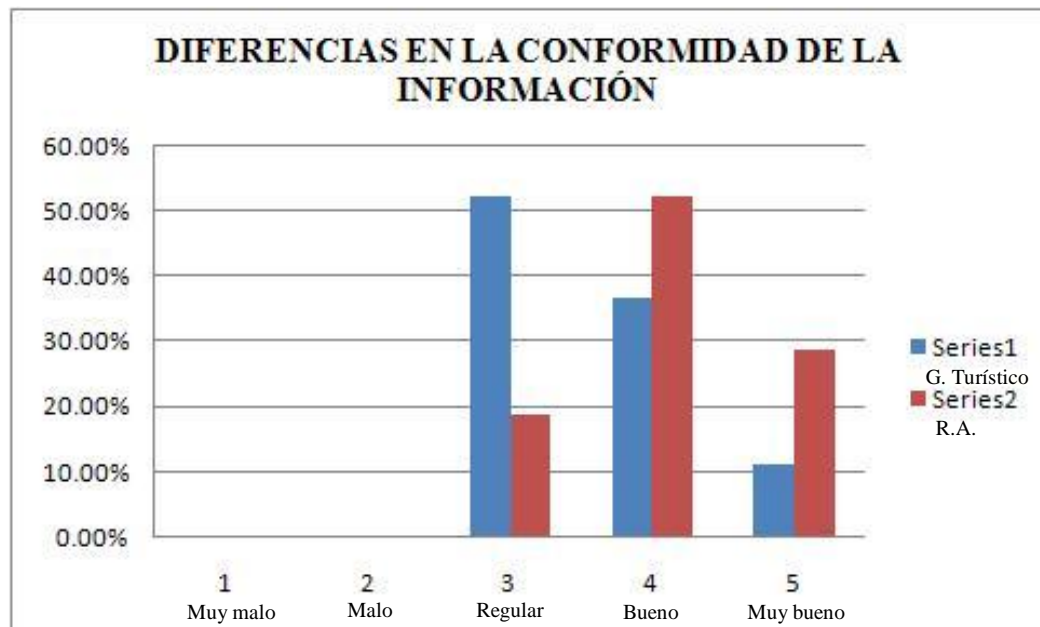


**Figura N° 40: Tiempo de emisión de información - guía turístico vs R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

En esta grafica se puede observar que el mejor tiempo empleado para dar a conocer la información sobre el museo Alto de la Alianza, es a través del método de la RA, que tiene mayor porcentaje en la apreciación de Bueno y Muy Bueno, por los turistas encuestados.

➤ *En cuanto a la conformidad de la información*

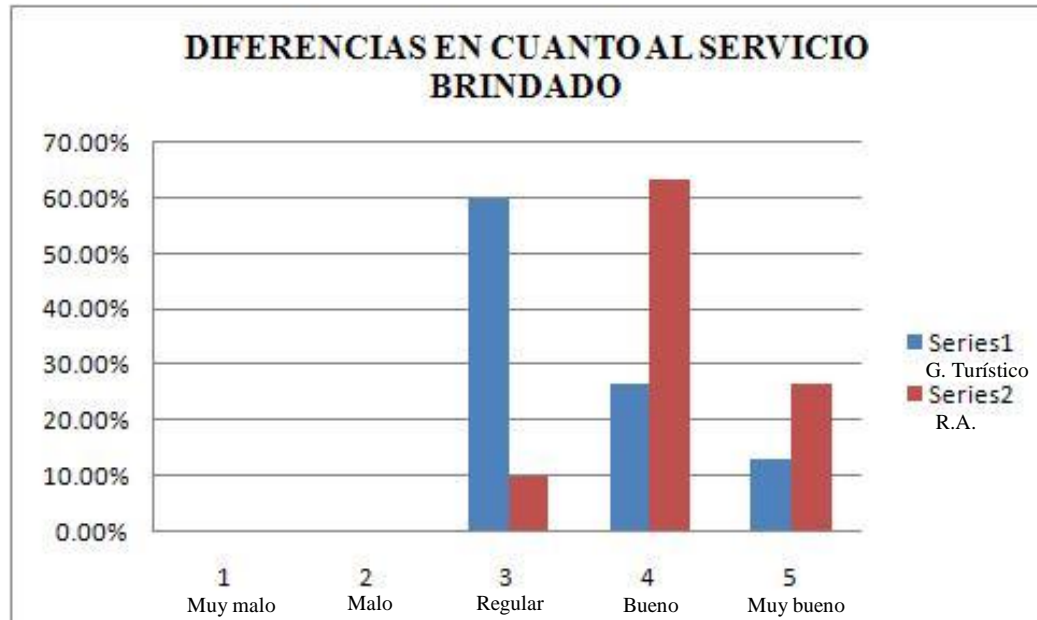


**Figura N° 41: Conformidad de la información - guía turístico vs R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

En esta grafica se puede observar que el método que contiene una mayor acogida en cuanto a la conformidad de lo aprendido sobre el museo Alto de la Alianza, es el método aplicado a través de la RA, que tiene mayor porcentaje en la apreciación de Bueno y Muy Bueno, por los turistas encuestados.

➤ *En cuanto al servicio brindado*



**Figura N° 42: Servicio brindado - guía turístico vs R.A.**

*Fuente: Elaboración propia*

En esta grafica se puede observar que en cuanto al servicio brindado, el método que tiene una mejor acogida, es el método aplicado a través de la RA, que tiene mayor porcentaje en la apreciación de Bueno y Muy Bueno, por los turistas encuestados.

Con esto podemos concluir que el método de realidad aumentada, ha generado una mayor aceptación ante el método tradicional (guía turístico), y que sus bondades en los diferentes aspectos han sido mayores en comparación al método tradicional.

Ahora analizaremos la segunda parte del cuestionario que es una pequeña prueba de conocimientos que consta de 5 preguntas, en lo cual tratamos de saber si la percepción que se ha logrado con alguno de los métodos ha logrado afianzar los conceptos de la información que ha recibido.

Dado que la población es de 30 turistas, usaremos la distribución normal.

a. *Con asistencia de guía turístico*

**Tabla N° 22: Cuadro de Distribución de Frecuencias**

$x_i$ (notas)	$n_i$	$N_i$	$f_i$	$F_i$	$x_i * n_i$	$x_i^2$	$x_i^2 * n_i$
8	4	4	13,33%	13,33%	32	64	256
10	1	5	3,33%	16,67%	10	100	100
12	12	17	40,00%	56,67%	144	144	1728
16	2	19	6,67%	63,33%	32	256	512
20	11	30	36,67%	100,00%	220	400	4400
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>		<b>100,00%</b>		<b>438</b>		<b>6996</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Población:  $N = 30$

➤ **Medidas de centralización:**

**Moda:**  $M_o = 12$  *12 es la nota que la mayoría obtuvo después de realizar el examen.*

**Media:**  $\bar{x} = \frac{\sum x_i * n_i}{N}$

$$\bar{x} = \frac{394}{30} = 14,6$$

14.6 es la nota promedio del grupo de 30 turistas que realizaron el examen.

**Mediana:** Me = 12

12 es la nota central de los 30 exámenes que se revisaron.

➤ **Medidas de dispersión**

**Desviación media:**

$$DM = \frac{|x_1 - \bar{x}| * n_1 + |x_2 - \bar{x}| * n_2 + \dots + |x_n - \bar{x}| * n_n}{N} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| * n_i}{N}$$

$$DM = 4,15$$

**Varianza ( $\sigma^2$ ):**

$$\sigma^2 = \frac{\sum x_i^2 n_i - n \bar{x}^2}{N - 1}$$
$$\sigma^2 = 20,73$$

**Desviación típica:**  $\sigma = +\sqrt{\sigma^2}$

$$\sigma = 4,55$$

**Coefficiente de variación:**  $CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$

$$CV = 0,31$$

Con estos datos se puede observar que tan dispersos están los datos; y como se aprecia con el CV, al ser menor que 0, nos indica que los datos no están dispersos.

**b. Con realidad aumentada**

**Tabla N° 23: Cuadro de Distribución de Frecuencias**

$x_i$ (notas)	$n_i$	$N_i$	$f_i$	$F_i$	$x_i * n_i$	$x_i^2$	$x_i^2 * n_i$
12	5	5	16,67%	16,67%	60	144	720
16	14	19	46,67%	63,33%	224	256	3584
20	11	30	36,67%	100,00%	220	400	4400
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>		<b>100,00%</b>				<b>8704</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Población:  $N = 30$

➤ **Medidas de centralización:**

**Moda:**  $M_o = 16$  *16 es la nota que la mayoría obtuvo después de realizar el examen.*

**Media:**  $\bar{x} = \frac{\sum x_i * n_i}{N}$   
 $\bar{x} = \frac{438}{30} = 16,8$  *16.8 es la nota promedio del grupo de 30 turistas que realizaron el examen.*

**Mediana:**  $M_e = 16$  *16 es la nota central de los 30 exámenes que se revisaron.*

➤ **Medidas de dispersión**

*Desviación media:*

$$DM = \frac{|x_1 - \bar{x}| * n_1 + |x_2 - \bar{x}| * n_2 + \dots + |x_n - \bar{x}| * n_n}{N} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| * n_i}{N}$$

$$DM = 2,35$$

*Varianza ( $\sigma^2$ ):* 
$$\sigma^2 = \frac{\sum x_i^2 n_i - n \bar{x}^2}{N - 1}$$

$$\sigma^2 = 8,17$$

*Desviación típica:* 
$$\sigma = +\sqrt{\sigma^2}$$

$$\sigma = 2,86$$

*Coefficiente de variación:* 
$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

$$CV = 0,17$$

Con estos datos se puede observar que tan dispersos están los datos, y como se aprecia con el CV, al ser menor que 0, nos indica que los datos no están dispersos.

**Prueba de hipótesis para varianzas conocidas de dos poblaciones utilizando la distribución normal**

$$Z_c = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \approx N(0,1)$$

Como nuestra población es de 30 turistas utilizaremos la distribución normal.

Lo primero que se hará será ordenar los datos y luego determinar el valor Z al 5%, de la tabla.

**Tabla N° 24: Datos para la prueba de hipótesis con varianzas conocidas**

MUESTRA 1		MUESTRA 2	
N <sub>1</sub>	30	N <sub>2</sub>	30
$\bar{X}_1$	14,6	$\bar{X}_2$	16,8
$\sigma^2$	20,73	$\sigma^2$	8,17
El valor según la tabla de Z al 5% es = -1,65			

*Fuente: Elaboración propia*

**Hipótesis:**

$$H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

Dónde:

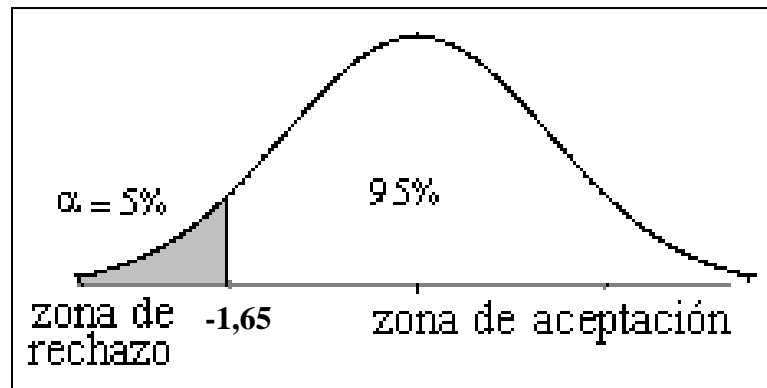
$\mu_1$ : Método tradicional con guía turístico

$\mu_2$ : Método tecnológico R.A.

Nivel de significancia: 5%

Reemplazando los datos con los valores de la tabla anterior, en la formula, obtendremos:

$$Z_c = \frac{14,6 - 16,8}{\sqrt{\frac{20,73}{30} + \frac{8,17}{30}}} = -2,242$$



**Figura N° 43: Distribución normal - prueba unilateral izquierda**

*Fuente: Elaboración propia*

Como  $Z_c$  es menor que  $Z_\alpha$ , es decir,  $Z_c : -1,65 \geq -2,242$ , se rechaza

$H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  con un nivel de significancia de 0.05. Esto se puede observar en la fig. N° 43 en donde  $Z_c$  cae dentro de la zona de rechazo, por lo tanto, rechazamos  $H_0$ , que indica que el método tradicional a través del guía turístico es igual o mejor que con realidad aumentada; por lo tanto la eficacia perceptiva a través de la realidad aumentada es mejor que con asistencia de guía turístico.

## **V. DISCUSIONES**

Se pudo apreciar y determinar que la eficacia perceptiva alcanzada por los turistas que fueron asistidos por un guía turístico no fue tan bueno como se esperaba, dado que hubieron factores distractores que causaron que algunos de los turistas no captaran la información correctamente, no pudiendo retomar nuevamente la información en el punto en que se interrumpió; no logrando disipar las dudas que se generaron, por lo tanto no se obtuvo una buena eficacia perceptiva; generando como consecuencia que no se fortaleciera el contenido que se trataba de difundir sobre la historia del museo Alto de la Alianza.

Muy por el contrario, lo que sucedió con el grupo de turistas asistidos por la realidad aumentada, que tuvieron una mayor concentración y si en un momento hubo algún elemento distractor tuvieron la oportunidad de retomar nuevamente desde el punto en donde se desconcentraron, así la información que no quedó clara, pudo ser aclarada; consiguiendo con este método tener un mayor grado de eficacia perceptiva, logrando en su mayoría de ellos fortalecer el contenido de la historia del museo Alto de la Alianza.

Entonces podríamos decir que entre estos dos métodos, uno tradicional y otro con ayuda de la tecnología, no son malos; pero como se ha observado, la tecnología es una ayuda importante, ya que en este caso hizo que el turista esté más concentrado y en cierta manera si en algún momento perdió la concentración, la pudo retomar sin ningún problema, cosa que no se pudo lograr con el guía turístico.

Además se pudo observar que a través de la realidad aumentada, la interacción entre los turistas con el objeto cultural se dio de una forma atractiva y a la vez didáctica que fue del agrado del turista, cumpliendo con la principal función de estos espacios: la difusión de contenidos culturales.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

#### **PRIMERA**

Se pudo observar en el estudio que se hizo acerca de la eficacia perceptiva, que la percepción que se logró a través del guía turístico fue parcial, dado que no se consiguió afianzar en el turista un concepto claro de la información del museo Alto de la Alianza.

#### **SEGUNDO**

Se pudo observar además que la tecnología sirvió de gran apoyo para poder afianzar conceptos más claros de la historia del museo Alto de la Alianza en los turistas, logrando que la eficacia perceptiva sea más profunda y llegue con mayor precisión al turista, el cual muestra un mejor grado de conocimiento al terminar su visita.

#### **TERCERO**

Podríamos decir que al hacer uso de la tecnología, en este caso la Visión Computacional, a través de la realidad aumentada, el acceso a la información es

mejor que con el método tradicional, que se da a través del guía turístico; y la eficacia perceptiva que se logra es mayor ya que puede hacer que el grado de conocimiento que adquiere la persona que interactúa con esta manera de ver las cosas sea mucho más provechosa para sus conocimientos, logrando afianzarlos con mayor precisión.

#### **CUARTO**

Con este trabajo de investigación, comprobamos que si este método se implementara tendría gran aceptación, ya que como se observó en los datos estadísticos, la preferencia se inclinó hacia el método con realidad aumentada; y el objetivo de afianzar los conocimientos después de la experiencia fue mayor con el método de realidad aumentada, como lo demuestra en la prueba de hipótesis para varianzas conocidas, donde se rechazó  $H_0$  con un nivel de significancia del 5%; es decir que el método tradicional que se da a través de un guía turístico no fue ni igual ni mejor que el nuevo método con realidad aumentada, aceptando  $H_1$  que indica que el nuevo método, en este caso con realidad aumentada, es mejor que el método tradicional, con guía turístico.

## **RECOMENDACIONES**

El crecimiento que están teniendo las tecnologías de realidad aumentada y geolocalización en el mercado de las aplicaciones móviles ha dado lugar al nacimiento de la demanda de las empresas en el mercado para hacer uso de ellas. Y como su aplicación cubre varios sectores, tanto públicos como empresariales; podría pensarse en aplicaciones que permitan fomentar lugares de esparcimiento patrocinado por unidades gubernamentales, como la Municipalidad de Tacna. Y conociendo ahora, la realidad actual de nuestros espacios culturales que no cuentan con un guía turístico o una persona encargada que conozca sobre el tema, este método tecnológico sería una ayuda ideal para poder lograr la difusión de los contenidos culturales, de los centros culturales de nuestra ciudad, implementar aplicaciones para este fin sería lo ideal.

También puede presentarse una alternativa para las empresas, implementar una ruta que fomente el turismo en Tacna; asistiendo al turista sobre lugares turísticos, hospedajes, excursiones, zonas de esparcimiento, etc; con la finalidad de promover y dar a conocer todos esos lugares con que cuenta nuestra ciudad.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Andrade, S. (2005). *Diccionario de Economía*. 3era ed. México: Editorial Andrade.

Azuma, R. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Los Angeles, 6 (4), pp. 355 - 385.

Azuma, R., Livingston, M., Bimber, O. & Saito, H. (2010). Guest Editor' s Introduction: Special Section on the International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 16 (3), 353-354.

Bajura, M., Neumann, U. (1995). Dynamic registration correction in video-based augmented reality systems. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 15 (5), 52-60.

Brügge, B., MacWilliams, A. & Reicher, T. (2002). Software architectures for augmented reality systems – report to the ARVIKA consortium. *Technical report*. Technische Universität München.

Caudell, T. P.& Mizell, D. W. (1992). “Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes”. *International Conference on System Sciences*, Kauai, Hawaii, vol 2, pp 659-669.

Chiavenato, I. (2004). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. 7ma ed. México: McGraw-Hill Interamericana.

- Choudary, O. & Charvillat, V. (2009). MARCH: Mobile Augmented Reality for Culture Heritage. *Proceeding, MM '09 Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia*. New York, 1023-1024.
- Da Silva Reinaldo, O. (2002). *Teorías de la Administración*. México: International Thomson Editores, S.A. de C.V.
- Díez de Castro, E. P., García del Junco, J., Martín Jimenez, F. & Periañez C. R. (2001). *Administración y Dirección*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- DiVerdi, S., Nurmi, D., Höllerer, T. (2003). A framework for Generic Inter-Application Interaction for 3D AR Environments. *Augmented Reality Toolkit Workshop IEEE International*, 86-93
- Feiner, S. (1992). Virtual worlds for visualizing information. *Supercomputing '92 Proceedings*, New York , 638.
- Feiner, S. (1996). Adding insight through animation in augmented reality. *Computer Animation '96 Proceedings*, New York , 14.
- Feiner S., MacIntyre, B., Höllerer T. & Webster, A. (1997). “A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment”, *Proceedings of First IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC '97)*, Cambridge, MA., pp 74–81.

- Fling, B. (2009). Te Mobile Ecosystem. En: *Weiss, S. Mobile Design and Development*. O' Reilly Media: USA, pp. 13-27.
- Friz, H., Elzer, P., Dalton, B. & Taylor, K. (1998). Augmented reality in internet telerobotics using multiple monoscopic views. *Systems, Man, and Cybernetics, 1998 IEEE International Conference on*, Tech. Univ. Clausthal, Germany , 1, pp 354-359,
- Goldstein, E. B. (2006). *Sensación y percepción*. 6ta ed. Madrid: Ediciones Paraninfo S.A.
- Guy, R. (2010). *Mobile Learning: Pilot Projects and Initiatives*. Santa Rosa, California: Informing Science Press.
- Kim, D., Richards, S.W., Caudell, T.P. (1997). An optical tracker for augmented reality and wearable computers. *Virtual Reality Annual International Symposium, IEEE*. Albuquerque: NM, pp 146-150.
- Kiyokawa, K. (2008). An Introduction to Head Mounted Displays for Augmented Reality. In S. Clarke (Ed.), *End-User Computing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, pp. 1-1.
- Koontz, H. & Weihrich, H. (2004). *Administración: Una Perspectiva Global*. 12ava ed., México: McGraw-Hill Interamericana.

- Kutulakos, K.N. & Vallino, J. (1996). Affine object representations for calibration-free augmented reality. *Virtual Reality Annual International Symposium, Proceedings of the IEEE 1996*, Sta Clara: CA, pp 25-36.
- Labaké, J. C. (1997). *Introducción a la psicología*. 3era ed. Buenos Aires: Bonum.
- Meier, R. (2009). *Professional Android 2 Application Development*. USA: Wiley Publishing Inc.
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*. Vol. E77-D (12), pp. 1321-1329.
- Milgram, P., Rastogi, A. & Grodski, J.J. (1995). Telerobotic control using augmented reality. *Robot and Human Communication, 1995. RO-MAN'95*, Tokyo, pp 21-29.
- Mizell, D.W. (1994). Virtual reality and augmented reality in aircraft design and manufacturing. *WESCON/94. Idea/Microelectronics. Conference Record*. Anaheim: CA.
- Rekimoto, J., Ayatsuka, Y. & Hayashi, K. (1998). Augment-able Reality: Situated Communication through Digital and Physical Spaces. *IEEE 2nd International Symposium on Wearable Computer (ISWC'98)*, Pittsburgh, PA, USA, pp.68-75.

Robbins S. & Coulter M. (2005). *Administración*. 8ava ed. España: Pearson Educación.

Rustom, A. (2012). *Estadística Descriptiva, Probabilidad e Inferencia. Una visión conceptual y aplicada*. Chile: Universidad de Chile

Tang, S-L., Kwoh C-K., Teo, M-Y., Ng, W. S. & Ling, K-V. (1998). Augmented reality systems for medical applications. *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*. Singapore, 17 (3), pp 49-58.

Thomas, B., Demczuk, V., Piekarski, W. & Hepworth, D. (1998). A Wearable Computer. *Digest of Papers. Second International Symposium on*. Univ. of South Australia, pp 168.

Vian Gimeno, R. (2011). Realidad aumentada. Fundamentos y aplicaciones. (Master universitario). Escuela Politécnica Superior de Gandia. Valencia. 136 pp.

WINDOWS, Documento. Windows Phone 7 - Released to Manufacturing 2010.

URL:

[http://blogs.windows.com/windows\\_phone/b/windowsphone/archive/2010/09/01/windows-phone-7-released-to-manufacturing.aspx](http://blogs.windows.com/windows_phone/b/windowsphone/archive/2010/09/01/windows-phone-7-released-to-manufacturing.aspx). Última fecha de consulta: 09 de agosto 2013

## **Fuentes Electrónicas**

Android Development. URL:

<http://developer.android.com/distribute/googleplay/promote/brand.html>.

Última fecha consultada: 21 de agosto del 2013.

APPLE. URL: <http://www.apple.com/la/>. Última fecha de consulta: 21 de agosto del 2013.

ARSTECHNICA, Documento. Microsoft: no backwards compatibility for Windows Phone 7, 2010. URL: <http://arstechnica.com/information-technology/2010/03/microsoft-no-backwards-compatibility-for-windows-phone-7/>. Última fecha de consulta: 09 de agosto 2013

Blackberry. Url: <http://global.blackberry.com/sites.html>. Última fecha consultada: 21 de agosto del 2013.

Gartner, Inc. <http://www.gartner.com/technology/about.jsp>. Última fecha consultada: 26 de Setiembre 2013.

HUB PAGES, Documento. A Brief History Of The Blackberry Mobile 2012. URL: <http://budbrain.hubpages.com/hub/A-Brief-History-Of-The-Blackberry-Mobile>. Última fecha de consulta: 09 de agosto 2013

THE VERGE, Document. Android: A visual history 2011. URL: <http://www.theverge.com/2011/12/7/2585779/android-history>. Última fecha consultada: 09 de agosto 2013.

THE VERGE, Document. iOS: A visual history 2011. URL:  
<http://www.theverge.com/2011/12/13/2612736/ios-history-iphone-ipad>.  
Última fecha consultada: 09 de agosto 2013

Windowsphone. Url: <http://www.windowsphone.com/en-us/search?q=development>. Última fecha consultada: 22 de Agosto del 2013

ZDNET, Documento. Windows Phone 8: the developer perspective 2012. URL:  
<http://www.zdnet.com/windows-phone-8-the-developer-perspective-4010026440/>. Última fecha de consulta: 09 de agosto 2013

# **ANEXOS**

**ANEXO 01**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**EFICACIA PERCEPTIVA CON ASISTENCIA DE GUÍA TURÍSTICO Y REALIDAD AUMENTADA EN EL MUSEO ALTO DE LA ALIANZA DE LA CIUDAD DE TACNA – 2013**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>PROBAR H<sub>0</sub></b>
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuál es la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico y realidad aumentada en el Museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>a) ¿Cuál es la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna?</p> <p>b) ¿Cuál es la eficacia perceptiva con realidad aumentada en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna?</p>	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>Comparar la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico y realidad aumentada en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.</p> <p><b>ESPECIFICOS:</b></p> <p>a. Determinar la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico en el museo alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.</p> <p>b. Determinar la eficacia perceptiva con realidad aumentada en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b></p> <p>Si el uso de la Visión Computacional facilita el acceso a la información. Entonces, la eficacia perceptiva con ayuda de realidad aumentada es mejor que con asistencia de guía turístico en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.</p> <p><b>HIPOTESIS SECUNDARIAS</b></p> <p>a) Si la percepción normal es parcial. Entonces, la eficacia perceptiva con asistencia de guía turístico es buena en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.</p> <p>b) Si la percepción con ayuda de la Visión Computacional es profunda. Entonces, la eficacia perceptiva con realidad aumentada es muy buena en el museo Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna.</p>	<p><b>UNIVARIABLE:</b></p> <p>Eficacia Perceptiva</p>	<p>Prueba de varianzas conocidas unilateral con distribución normal.</p>

**ANEXO 02**  
**INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN**  
**DE DATOS:**  
**CUESTIONARIO**



2. ¿Cómo calificaría al método que hace uso el guía turístico/RA para satisfacer su necesidad de conocimiento?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

**B. EN CUANTO A LA CANTIDAD DE INFORMACIÓN**

3. ¿Cómo calificaría a la cantidad de información brindada a través del guía turístico/RA sobre el Museo Alto de la Alianza?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

4. ¿Cómo calificaría al contenido de la información que se le dio a través del guía turístico/RA para ayudarlo a aumentar su conocimiento acerca de la historia del Museo Alto de la Alianza?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

**C. EN CUANTO A LA UTILIDAD DE LA INFORMACIÓN**

5. ¿Cómo calificaría los cambios que ha generado en Ud. la información que se le ha brindado a través del guía turístico/RA?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

6. ¿Cómo calificaría al conocimiento adquirido a través del guía turístico/RA sobre el Museo Alto de la Alianza?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

**D. EN CUANTO AL TIEMPO DE EMITIR LA INFORMACIÓN**

7. ¿Cómo calificaría el tiempo que se empleó para informarle acerca de la historia del Museo Alto de la Alianza?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

8. ¿Cómo calificaría al tiempo de espera al que estuvo sujeto para que se le dé una respuesta a una interrogante en particular acerca del Museo del Alto de la Alianza?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

### **E. EN CUANTO A LA CONFORMIDAD DE LA INFORMACIÓN**

9. ¿Cómo calificaría a la conformidad de la información recibida por Ud. a través del guía turístico/RA?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

10. ¿En general como califica el medio por el cual se difunde la historia del Museo Alto de la Alianza?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

11. ¿De qué manera calificaría el efecto que ha producido en UD el medio por el cual se ha difundido la historia del Museo del Alto de la Alianza?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

### **PARA FINALIZAR:**

12. Si tuviera que poner una nota global al servicio de la información que se le ha brindado ¿Qué puntuación le daría?

Muy Mala (1)      Mala (2)      Regular (3)      Bueno (4)      Muy Bueno (5)

### **III. Marque la respuesta que Ud. recuerde de la exposición en cuanto:**

1. De que estaba compuesto los uniformes de los combatientes del Campo de la Alianza:

a) Polaca de paño      b) Charreteras      c) Cinturón      d) Hombreras  
trenzadas      e) T.A.

2. ¿En qué año se desarrolló la batalla del Alto de la Alianza?

a) 1880      b) 1879      c) 1881      d) 1882      e) N.A.

3. ¿A qué se le denominó Krupp?

a) Carretas      b) Cañones      c) Tanques      d) Misiles      e) N.A.

4. ¿Qué es el kepi?

a) Comida      b) Cantinflora      c) Gorra de tela      d) Bolsón      e) Faja

5. ¿Cuál fue uno de los fusiles que se usó en la batalla del Campo de la Alianza?

a) Comblain      b) Carabina M4      c) Baker      d) Lee-Enfield      e)  
FN Fal

**IV. Si tuviera alguna sugerencia se agradecería la pueda anotar:**

---

---

---

---

---

---

---

**GRACIAS POR SER PARTE DE LA ENCUESTA**